



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

“ANÁLISIS VIBRACIONAL PARA LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LOS EQUIPOS DE HIDROMASAJE, TURCO, FILTRADO Y CALENTAMIENTO DE LA PISCINA DE LA ESPOCH.”

NAULA BARROS MYRIAM PAULINA

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERA DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Marzo, 09 del 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

MYRIAM PAULINA NAULA BARROS

Titulada:

**“ANÁLISIS VIBRACIONAL PARA LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE
MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LOS EQUIPOS DE HIDROMASAJE,
TURCO, FILTRADO Y CALENTAMIENTO DE LA PISCINA DE LA
ESPOCH”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERA DE MANTENIMIENTO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Manuel Morocho
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marco Almendáriz
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

Nombre del estudiante: MYRIAM PAULINA NAULA BARROS

TÍTULO DE LA TESIS: “ANÁLISIS VIBRACIONAL PARA LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LOS EQUIPOS DE HIDROMASAJE, TURCO, Y CALENTAMIENTO DE LA PISCINA DE LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: Marzo, 09 del 2012

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA*	FIRMA
Ing. Hernán Samaniego PRESIDENTE DEL TRIBUNAL			
Ing. Manuel Morocho DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Marco Almendáriz ASESOR DE TESIS			

*Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES:

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

La presente tesis de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de la autora. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Myriam Paulina Naula Barros

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito a nuestro Padre Celestial Dios por su ayuda incondicional en toda mi vida, que gracias a su amor me enseñó que la gratitud es un valor inigualable que tenemos todas las personas, por eso le estoy eternamente agradecida por permitirme alcanzar cada día todos los propósitos de mi vida.

Agradezco a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica, por haberme acogido en sus aulas y de manera especial al Ingeniero Manuel Morocho y al Ingeniero Marco Almendáriz, distinguidos maestros forjadores de ciencia y cultura, que siempre estuvieron dispuestos a compartir sus conocimientos y experiencia en beneficio de mi formación personal y profesional.

De igual forma agradezco al Doctor William Viñán, Director Operativo - U.P.S Piscina, y todo su equipo de trabajo por brindarme todas las facilidades necesarias para la realización de la presente tesis de grado.

Un agradecimiento muy especial y eterno para una persona importante EMANUEL, que Dios me dio la oportunidad de conocerlo y día tras día me ha guiado por el camino correcto, es la inspiración de mi vida, mi maestro terrenal.

Myriam Naula Barros

DEDICATORIA

Al culminar una etapa más de mi vida, todo el esfuerzo entregado para alcanzar esta meta, quiero dedicarle a DIOS por su infinito amor, a mi familia con mucho cariño a mi MADRECITA FABIOLA BARROS y a todos mis Hermanos, que de una u otra manera fueron una fuente de apoyo incondicional para culminar con mi propósito.

De manera muy especial este trabajo investigativo le dedico a una persona importante que estuvo, esta, y estará siempre en mi vida. Que me enseñó el verdadero sentido de vivir y el infinito significado del Amor. Por tal motivo este trabajo va dedicado al ÚNICO Y ETERNO AMOR DE MI VIDA EMANUEL, ya que siempre podré contar con sus sabios consejos de una forma directa o indirecta, gracias por su apoyo y confianza que me brindó en los momentos más difíciles de mi vida de todo corazón una inmensa gratitud por enseñarme valores como el amor, responsabilidad, respeto, lealtad, gratitud y trabajo, con su ejemplo.

Myriam Naula Barros

CONTENIDO

	<u>Pág</u>
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	2
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Fichas técnicas.....	3
2.2 Análisis vibracional.....	4
2.2.1 <i>Clases de movimientos oscilatorios</i>	4
2.2.2 <i>Movimiento armónico simple</i>	5
2.3 Límites de rangos vibracionales.....	6
2.3.1 <i>Tablas de diagnóstico vibracional</i>	6
2.3.2 <i>Normas de severidad vibracional</i>	7
2.3.2.1 <i>Norma ISO 2372</i>	7
2.3.2.2 <i>Norma ISO 10816</i>	7
2.3.2.3 <i>Niveles aceptables de vibración</i>	8
2.4 Problemas generados por vibraciones.....	9
2.4.1 <i>Desbalance</i>	9
2.4.1.1 <i>En un plano</i>	9
2.4.1.2 <i>Dinámico</i>	9
2.4.2 <i>Desalineación</i>	10
2.4.2.1 <i>Angular</i>	10
2.4.2.2 <i>Paralela</i>	10
2.4.2.3 <i>De rodamiento</i>	11
2.4.3 <i>Holgura mecánica</i>	11
2.4.3.1 <i>Holgura eje – agujero</i>	11
2.4.3.2 <i>En sujeción</i>	12
2.4.3.3 <i>Fatiga estructural</i>	12
2.5 Mantenimiento proactivo.....	13
2.5.1 <i>Definición</i>	13
2.5.2 <i>Objetivos de mantenimiento proactivo</i>	13
2.5.3 <i>Ventajas</i>	13
2.5.4 <i>Desventajas</i>	14
2.5.5 <i>Beneficios</i>	14
3. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS.....	15
3.1 Estado actual de los equipos	15
3.2 Mantenimiento actual empleado en cada sistema y equipos.....	23
3.3 Plan de mantenimiento empleado actualmente.....	23

4.	ANÁLISIS VIBRACIONAL EN LOS SISTEMAS Y EQUIPOS.....	24
4.1	Categorización y criticidad de equipos.....	24
4.1.1	<i>Categorización de los sistemas y equipos según los aspectos selectivos.....</i>	24
4.1.2	<i>Categorización de los sistemas y equipos según los parámetros directivos.....</i>	24
4.1.3	<i>Política de mantenimiento acorde con la categoría.....</i>	27
4.2	Diseño de fichas técnicas para el análisis vibracional.....	28
4.2.1	<i>Fichas de datos, características y diagramas de ubicación de los puntos de medición de los equipos de la piscina de la ESPOCH....</i>	28
4.3	Diseño de configuración y rutas de medición.....	36
4.4	Creación de rutas de medición.....	41
4.5	Recopilación de datos.....	41
4.5.1	<i>Espectros obtenidos en la motobomba de la piscina.....</i>	41
4.5.1.1	<i>Espectro obtenido en el punto MBPISC2R.....</i>	41
4.5.1.2	<i>Espectro obtenido en el punto MBPISC2T.....</i>	42
4.5.2	<i>Espectros obtenidos en la motobomba del hidromasaje 8.....</i>	43
4.5.2.1	<i>Espectro obtenido en el punto MBH811R.....</i>	44
4.5.3	<i>Espectros obtenidos en la motobomba del hidromasaje 151.....</i>	45
4.5.3.1	<i>Espectro obtenido en el punto MBH1511R.....</i>	45
4.5.3.2	<i>Espectro obtenido en el punto MBH1511T.....</i>	45
4.5.3.3	<i>Espectro obtenido en el punto MBH1512A.....</i>	46
4.5.4	<i>Espectros obtenidos en la motobomba del hidromasaje 152.....</i>	47
4.5.4.1	<i>Espectro obtenido en el punto MBH1521R.....</i>	47
4.5.4.2	<i>Espectro obtenido en el punto MBH1521A.....</i>	48
4.5.4.3	<i>Espectro obtenido en el punto MBH1522R.....</i>	50
4.5.4.4	<i>Espectro obtenido en el punto MBH1522T.....</i>	51
4.5.5	<i>Espectros obtenidos en la motobomba del hidromasaje 153.....</i>	52
4.5.5.1	<i>Espectro obtenido en el punto MBH1531T.....</i>	52
4.5.5.2	<i>Espectro obtenido en el punto MBH1532R.....</i>	53
4.5.5.3	<i>Espectro obtenido en el punto MBH1532T.....</i>	54
4.6	Creación de reportes.....	55
5.	APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PROACTIVO.....	56
5.1	Estandarización de tareas preventivas, predictivas y proactivas de la motobomba piscina MBPISC y motobomba hidromasaje 81 MBHI81.....	56
5.2	Estandarización de tareas preventivas, predictivas y proactivas de la motobomba hidromasaje 82 MBHI82 y motobomba hidromasaje 151 MBH151.....	67
5.3	Estandarización de tareas preventivas, predictivas y proactivas de la motobomba del hidromasaje 152 MBH152 y motobomba hidromasaje 153 MBH153.....	82
5.4	Estandarización de tareas preventivas, predictivas y proactivas de la motobomba de la cisterna MBCIS1 y MBDUCH.....	89

5.5	Diseño de documentación para la gestión del mantenimiento.....	99
5.5.1	<i>Orden de trabajo</i>	99
5.5.2	<i>Solicitud de materiales y herramientas</i>	100
5.5.3	<i>Solicitud de compra</i>	101
5.5.4	<i>Control del número de horas trabajadas en los equipos</i>	102
5.5.5	<i>Historial de averías de los equipos</i>	103
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
6.1	Conclusiones.....	104
6.2	Recomendaciones.....	105

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		<u>Pág</u>
1	Niveles aceptables de vibración.....	8
2	Estado técnico de la motobomba de la piscina.....	15
3	Estado técnico de la motobomba del hidromasaje 81.....	16
4	Estado técnico de la motobomba del hidromasaje 82.....	17
5	Estado técnico de la motobomba del hidromasaje 151.....	18
6	Estado técnico de la motobomba del hidromasaje 152.....	19
7	Estado técnico de la motobomba del hidromasaje 153.....	20
8	Estado técnico de la motobomba de la cisterna.....	21
9	Estado técnico de la motobomba de las duchas.....	22
10	Categorización de equipos.....	25
11	Criticidad de equipos.....	27
12	Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba de la piscina.....	28
13	Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba del hidromasaje 81.....	29
14	Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba del hidromasaje 82.....	30
15	Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba del hidromasaje 151.....	31
16	Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba del hidromasaje 152.....	32
17	Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba del hidromasaje 153.....	33
18	Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba de la cisterna.....	34
19	Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba de las duchas.....	35
20	Inspección de la MBPISC, MBHI81 y la tubería.....	56
21	Lubricación de la MBPISC y MBHI81.....	57
22	Inspección eléctrica de la MBPISC y MBHI81.....	58
23	Limpieza de la MBPISC y MBHI81.....	59
24	Análisis vibracional de la MBPISC y MBHI81.....	60
25	Cambio de rodamientos de la MBPISC y MBHI81.....	61
26	Chequeo de cimentación y reajuste del anclaje y nivelación de la MBPISC y MBHI81.....	62
27	Cambio del impulsor de la MBPISC y MBHI81.....	63
28	Cambio de filtro de la MBPISC y MBHI81.....	64
29	Cambio de válvula de la MBPISC y MBHI81.....	65
30	Alineación de bomba y tubería de la MBPISC y MBHI81.....	66
31	Inspección de la MBHI82, MBH151 y la tubería.....	67
32	Lubricación de la MBHI82 y MBH151.....	68
33	Inspección eléctrica de la MBHI82 y MBH151.....	69
34	Limpieza de la MBHI82 y MBH151.....	70
35	Análisis vibracional de la MBHI82 y MBH151.....	71

36	Cambio de rodamientos de la MBHI82 y MBH151.....	72
37	Chequeo de cimentación y reajuste del anclaje y nivelación de la MBHI82 y MBH151.....	73
38	Cambio del impulsor de la MBHI82 y MBH151.....	74
39	Cambio de filtro de la MBHI82 y MBH151.....	75
40	Cambio de válvula de la MBHI82 y MBH151.....	76
41	Alineación de bomba y tubería de la MBHI82 y MBH151.....	77
42	Inspección de la MBH152, MBH153 y la tubería.....	78
43	Lubricación de la MBH152 y MBH153.....	79
44	Inspección eléctrica de la MBH152 y MBH153.....	80
45	Limpieza de la MBH152 y MBH153.....	81
46	Análisis vibracional de la MBH152 y MBH153.....	82
47	Cambio de rodamientos de la MBH152 y MBH153.....	83
48	Chequeo de cimentación y reajuste del anclaje y nivelación de la MBH152 y MBH153.....	84
49	Cambio del impulsor de la MBH152 y MBH153.....	85
50	Cambio de filtro de la MBH152 y MBH153.....	86
51	Cambio de válvula de la MBH152 y MBH153.....	87
52	Alineación de bomba y tubería de la MBH152 y MBH153.....	88
53	Inspección de la MBCIS1, MBDUCH y la tubería.....	89
54	Lubricación de la MBCIS1 y MBDUCH.....	90
55	Inspección eléctrica de la MBCIS1 y MBDUCH.....	91
56	Limpieza de la MBCIS1 y MBDUCH.....	92
57	Análisis vibracional de la MBCIS1 y MBDUCH.....	93
58	Cambio de rodamientos de la MBCIS1 y MBDUCH.....	94
59	Chequeo de cimentación y reajuste del anclaje y nivelación de la MBCIS1 y MBDUCH.....	95
60	Cambio de filtro de la MBCIS1 y MBDUCH.....	96
61	Cambio de válvula de la MBCIS1 y MBDUCH.....	97
62	Alineación de bomba y tubería de la MBCIS1 y MBDUCH.....	98

LISTA DE FIGURAS

		<u>Pág</u>
1	Movimiento regular.....	4
2	Movimiento irregular.....	4
3	Movimiento Armónico Simple.....	5
4	Desplazamiento, Velocidad y Aceleración.....	6
5	Norma ISO 2372.....	7
6	Norma ISO 10816.....	8
7	Desbalance en un plano.....	9
8	Desbalance dinámico.....	9
9	Desalineación angular.....	10
10	Desalineación paralela.....	10
11	Desalineación de rodamiento.....	11
12	Holgura eje – agujero.....	11
13	Holgura en sujeción.....	12
14	Periodos de mantenimiento.....	14
15	Configuración ESPOCH.....	36
16	Configuración de piscina politécnica.....	37
17	Sección de piscina.....	38
18	Motobomba piscina.....	38
19	Motobomba hidromasaje 81.....	39
20	Motobomba hidromasaje 82.....	39
21	Motobomba hidromasaje 151.....	39
22	Motobomba hidromasaje 152.....	40
23	Motobomba hidromasaje 153.....	40
24	Motobomba de la cisterna.....	40
25	Motobomba de las duchas.....	41
26	Espectro obtenido en el punto MBPISC2R.....	42
27	Espectro obtenido en el punto MBPISC2T.....	43
28	Espectro obtenido en el punto MBH811R.....	44
29	Espectro obtenido en el punto MBH1511R.....	45
30	Espectro obtenido en el punto MBH1511T.....	46
31	Espectro obtenido en el punto MBH1512A.....	47
32	Espectro obtenido en el punto MBH1521R.....	48
33	Espectro obtenido en el punto MBH1521A.....	49
34	Espectro obtenido en el punto MBH1522R.....	50
35	Espectro obtenido en el punto MBH1522T.....	51
36	Espectro obtenido en el punto MBH1531T.....	52
37	Espectro obtenido en el punto MBH1532R.....	53
38	Espectro obtenido en el punto MBH1532T.....	54
39	Orden de trabajo.....	99
40	Solicitud de materiales y herramientas.....	100
41	Solicitud de compra.....	101
42	Control del número de horas trabajadas en los equipos.....	102
43	Historial de averías de los equipos.....	103

LISTA DE ABREVIACIONES

MAS	Movimiento Armónico Simple.
CPM	Ciclos por minuto.
RMS	Root Mean Square (Raíz Media Cuadrática).
RPM	Revoluciones por minuto.
ISO 2372	Norma que especifica la diferencia de límites en la Condición Mecánica de la máquina de acuerdo con las potencias y el tipo de soporte.
ISO 10816	Norma Internacional que clasifica a las máquinas en grupos de acuerdo a la potencia del motor.
OT	Orden de Trabajo.
dB	Decibeles.
Hz	Hertz.

LISTA DE ANEXOS

- A** Tablas de Diagnóstico Vibracional.
- B** Reportes de Alarma.

RESUMEN

Se ha realizado el Análisis Vibracional y Aplicación de un Sistema de Mantenimiento Proactivo en los Equipos de la U. P. S. Piscina de la ESPOCH, con la finalidad de conocer el Estado en que se encuentran los equipos, reducir paralizaciones prolongadas y pérdidas por el servicio. Se indica las fichas técnicas, la clasificación y categorización de los equipos, el análisis de los espectros FFT, las tablas y normas de severidad vibracional y la aplicación del sistema de Mantenimiento Proactivo.

Se evalúa la Gestión actual del Mantenimiento para conocer el Estado técnico real de los equipos y los documentos de trabajo utilizados, se determinan las frecuencias de monitoreo y se procede a realizar el análisis vibracional y la interpretación de los espectros obtenidos.

Con los resultados obtenidos se procede a realizar la implementación del Sistema de Mantenimiento Proactivo. Se elaboran las fichas técnicas y se codifican los equipos, se determina el plan de Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Proactivo además se diseña los documentos de trabajo para controlar la gestión realizada.

Gracias al estudio efectuado en los equipos de la U. P. S. Piscina se implementó una adecuada Planificación del Mantenimiento y se recomienda tanto al personal administrativo como técnico la utilización de este trabajo investigativo como fuente de consulta, para lograr evitar los problemas que se presenten y alcanzar un óptimo rendimiento de la maquinaria.

ABSTRACT

The Vibrational Analysis and Application of a Proactive Maintenance System in the Equipment of the U.P.S. ESPOCH Swimming Pool have been carried out to know about the equipment condition, reduce the prolonged stops and losses because of the service. The technical cards, classification and equipment categorization, the FFT spectra, the tables and norms of vibratory severity and the application of the Proactive Maintenance System are shown.

The actual Maintenance Management is evaluated to know about the equipment real technical condition and the used work documents; the monitoring frequencies are determined and the vibratory analysis and the obtained spectra interpretation are carried out.

From the results the implementation of the Proactive Maintenance System is performed. The technical cards are elaborated and the equipment is codified; the Preventive, Predictive and Proactive plan is determined; moreover, the work documents to control the performed management are designed.

Thanks to the study carried out in the equipment of the U.P.S Swimming Pool, an adequate Maintenance planning was implemented and both the administrative and technical staff is recommended to use this investigation work as a source of consultation to avoid problems and reach an optimum machinery performance.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, cuenta con varios servicios que brinda a los estudiantes y a la comunidad en general. Uno de ellos es la piscina politécnica que cuenta con los servicios de hidromasaje, sauna, turco entre otros los cuales son de importancia para el beneficio y recreación de la comunidad politécnica y ciudadanía en general.

Este servicio está a disposición todos los días de la semana, incluyendo sábados, domingos y feriados.

El mantenimiento predictivo tiene como objetivo obtener resultados en su gestión utilizando una política adecuada para lograr la operación continua y segura de los equipos ya que los mismos son los más importantes en el proceso productivo.

En el mundo desarrollado se han implementado y perfeccionado tecnologías predictivas que proporcionan una serie de métodos de análisis, los mismos que permiten la evaluación de la condición mecánica de las máquinas sin necesidad de desmontajes previos y sin afectar su proceso normal de trabajo.

Dentro de las tecnologías predictivas existentes en nuestro medio la más importante y efectiva es el análisis vibracional debido a que las señales vibratorias que se generan llevan gran cantidad de información sobre el estado de los equipos, lo que junto al monitoreo de otros parámetros específicos de cada máquina, constituyen lo óptimo del mantenimiento predictivo en las máquinas industriales.

Mediante la introducción de esta técnica se han obtenido resultados positivos en diferentes empresas ya que se logra disminuir considerablemente el tiempo improductivo de las máquinas y lo que es más importante se evita las pérdidas de producción.

1.2 Justificación

La piscina politécnica, es una entidad pública que brinda varios servicios a todas las personas de manera general, para que este servicio brindado a la comunidad, sea eficiente y seguro, se requiere aplicar técnicas modernas de control y monitoreo en todos sus sistemas y así conseguir una alta disponibilidad de sus equipos.

Debido a que los sistemas de la piscina politécnica están formados en su gran mayoría por equipos rotativos los mismos que se encuentran bajo un régimen de trabajo continuo, el monitoreo mediante análisis vibracional constituye una técnica óptima para la determinación de los diversos problemas que ocasionan ciertos y paralizaciones en el funcionamiento de los equipos. Lo que se realizó con el análisis vibracional en los sistemas de la piscina politécnica es conocer de manera exacta los problemas que se presentan en los equipos y en función de ello determinar un adecuado sistema de mantenimiento proactivo que permita alcanzar una alta eficiencia de sus equipos y lo que es más importante mejorar el servicio y confort a los usuarios y por ende conseguir mejores ingresos económicos.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Realizar el análisis vibracional para la aplicación de un sistema de mantenimiento proactivo en los equipos de hidromasaje, turco, filtrado y calentado de la piscina de la ESPOCH.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Evaluar los sistemas y equipos.
- Categorizar los sistemas y equipos.
- Determinar los puntos de medición.
- Realizar las mediciones respectivas.
- Determinar los problemas en los equipos.
- Aplicar el mantenimiento proactivo en los sistemas y equipos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Fichas técnicas [1]

Para poder llevar a cabo la selección del modelo de mantenimiento que más se adapte a cada equipo, debemos en primer lugar, disponer de la lista de los equipos que componen la planta.

Una vez que tengamos esa lista, es necesario elaborar una ficha técnica para cada uno de los ítems que componen la planta. La ficha del equipo debe contener los datos más sobresalientes que afecten al mantenimiento de cada uno de los equipos.

A la hora de elaborar estas fichas, deberemos comenzar por los equipos más importantes, y después continuar con el resto hasta completar la totalidad de los equipos de la planta. Si por alguna razón debemos paralizar el trabajo, es mejor dejar de hacer los equipos menos importantes, por razones obvias.

En la ficha técnica del equipo debemos anotar los siguientes datos:

- Código del equipo y descripción.
- Datos generales como las características principales (especificaciones).
- Valores de referencia (temperaturas de funcionamiento, nivel de vibración en cada uno de los puntos, consumos de energía por fase, etc.).
- Si necesita de subcontratos a fabricantes, indicando el tipo de subcontrato que se propone (revisiones periódicas, inspecciones, mantenimiento correctivo).
- Fotografía del equipo.

Realizando la ficha técnica de cada uno de los equipos que componen la planta, es fácil entender por qué, al realizar este trabajo, estamos recopilando datos muy importantes que nos ayudarán en otras labores, además de poder realizar el plan de mantenimiento:

- Tendremos algunos de los datos necesarios para poder calcular el presupuesto de mantenimiento, los materiales necesarios, el monto del inmobiliario en repuestos, los subcontratos que debemos firmar con fabricantes, etc.
- Podremos elaborar el plan de formación a partir de las necesidades de formación en cada uno de los equipos.

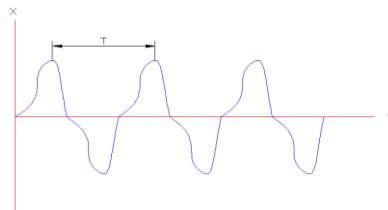
2.2 Análisis vibracional

En términos muy simples una vibración es un movimiento oscilatorio de pequeña amplitud. De acuerdo a esto, las máquinas presentan su propia señal de vibración y por tanto, una señal de vibración capturada de una máquina significa la suma vectorial de la vibración de cada uno de sus componentes.

2.2.1 Clases de movimientos oscilatorios [2].

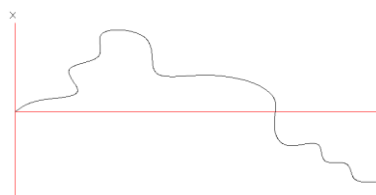
- **Regulares.**- También conocidos como repetitivos o periódicos, de estado estable como por ejemplo el desbalanceo.

Figura 1. Movimiento regular



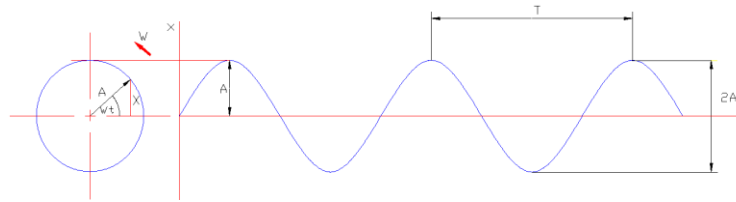
- **Irregulares.**- También conocidos como aleatorios o aperiódicos, como por ejemplo la cavitación, el registro de un sismo.

Figura 2. Movimiento irregular



2.2.2 *Movimiento armónico simple [3].* El movimiento periódico más sencillo es el movimiento armónico simple (MAS) graficado en la siguiente figura:

Figura 3. Movimiento Armónico Simple



Donde:

- A = Amplitud de onda de medio pico (μm , mils)
- ω = Frecuencia circular o angular de oscilación (rad/seg)
- T = Periodo de oscilación (seg, min)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (1)$$

- f = Frecuencia de oscilación (cpm, Hz)

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{T} \quad (2)$$

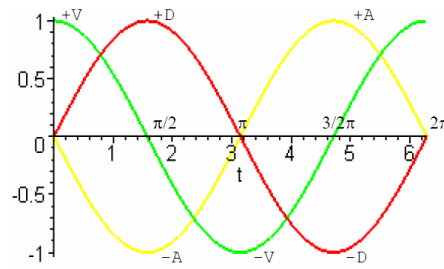
En la función armónica el valor promedio en un ciclo es cero, por eso se utiliza el valor eficaz o valor rms de la onda:

- Valor pico (media onda) = Valor equivalente

$$\text{Valor rms} = 0.707 \times \text{Valor equivalente} \quad (3)$$

En un movimiento armónico simple podemos definir, desplazamiento, velocidad y aceleración como se indica en la figura 4.

Figura 4. Desplazamiento, Velocidad y Aceleración



El desplazamiento (X) se obtiene a partir del círculo trigonométrico en la que se considera un ángulo (Wt) como radio vector la amplitud (A) y como cateto opuesto (X), aplicando la función seno se obtiene la amplitud de la onda.

$$X = A \cdot \sin Wt \quad (4)$$

La velocidad constituye la primera derivada del desplazamiento.

$$V = A \cdot W \cdot \cos Wt \quad (5)$$

La aceleración constituye la segunda derivada del desplazamiento o la primera derivada de la velocidad.

$$Ac = -A \cdot W^2 \cdot \sin Wt \quad (6)$$

De la figura anterior se observa que cuando la masa se desplaza por el punto 0, la velocidad es máxima, cuando el desplazamiento es máximo, la velocidad es 0. Esto ocurre para cualquier frecuencia. La aceleración tiene otra relación cuando el desplazamiento está en el punto máximo positivo la aceleración está en el máximo negativo. Cuando el desplazamiento pasa por 0, la aceleración también es 0.

2.3 Límites de rangos vibracionales

2.3.1 *Tablas de diagnóstico vibracional.* Las tablas usadas para el diagnóstico vibracional se detallan en el **ANEXO A**.

2.3.2 *Normas de severidad vibracional [6].* El estado de una máquina se determina mejor por una serie de mediciones de vibración hecho en un largo tiempo.

A través de los años, se hicieron varios intentos para establecer niveles de vibración absolutos, o normas de niveles para una operación aceptable en diferentes tipos de máquinas.

2.3.2.1 *Norma ISO 2372.* La norma ISO 2372 especifica diferentes límites en la condición mecánica de la máquina de acuerdo con las potencias y el tipo de soporte. Estos indicadores contemplan la medición del nivel total de velocidad RMS dentro de un rango de frecuencias de entre 10 Hz y 1000Hz. Por ejemplo, en forma general se aprecia que según esta norma, incrementos de los niveles de vibraciones en 2.5 veces (8dB) indican un cambio en la condición mecánica de la máquina. Sin embargo, incrementos de 10 veces (20 dB) constituyen un cambio alarmante ya que ésta es la proporción que guarda la condición anormal respecto a la condición normal.

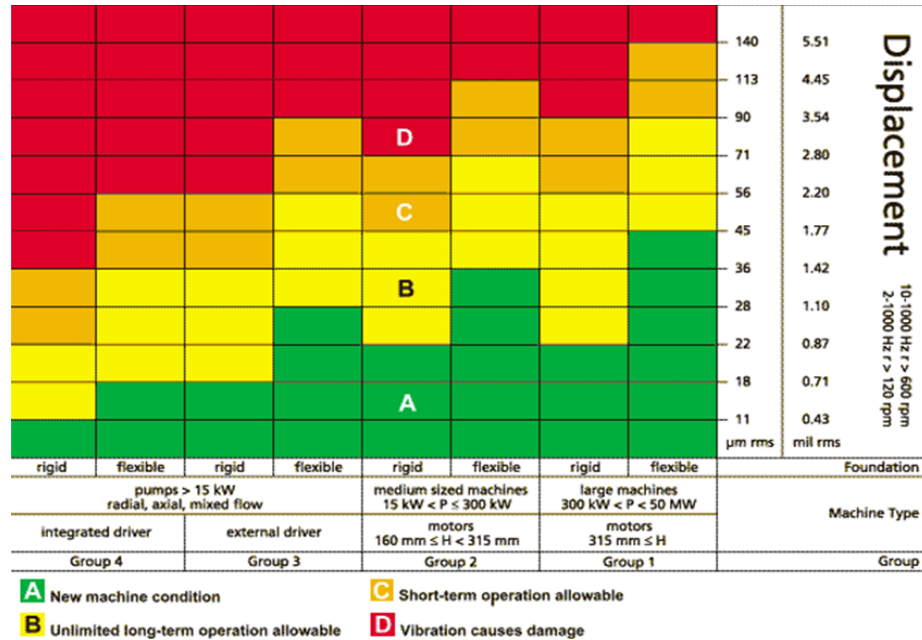
Figura 5. Norma ISO 2372

45.00	No Permisible	No Permisible	No Permisible	No Permisible
28.00				
18.00				
11.20				
7.10				
4.50	Límite	Límite	Límite	Límite
2.80				
1.80				
1.12	Admisible	Admisible	Admisible	Admisible
0.71				
0.45				
0.28	Normal	Normal	Normal	Normal
0.18				
- Vel. [mm/s]	Máquinas Pequeñas (<15 kW)	Máquinas Medianas (15-75 kW) (300 kW, soporte especial)	Máquinas grandes (base rígida) (>75 kW)	Máquinas grandes (alta velocidad) (>75 kW)

2.3.2.2 *Norma ISO 10816.* Norma internacional que clasifica a las máquinas en grupos de acuerdo a la potencia del motor. Mientras más grande es la máquina, mayor es su capacidad de soportar vibración.

La norma ISO 10816 es aplicable para máquinas, con registros de vibración tomados en la carcasa.

Figura 6. Norma ISO 10816



2.3.2.3 *Niveles aceptables de vibración.* Los niveles de vibración nos ayudarán a determinar la intensidad de vibración.

Puesto que nos permitirá comparar los datos obtenidos con el monitoreo al momento de medir e inmediatamente hacernos una idea de cómo se encontrarían los diferentes activos, los valores admisibles de vibración para los activos son:

Tabla 1. Niveles aceptables de vibración

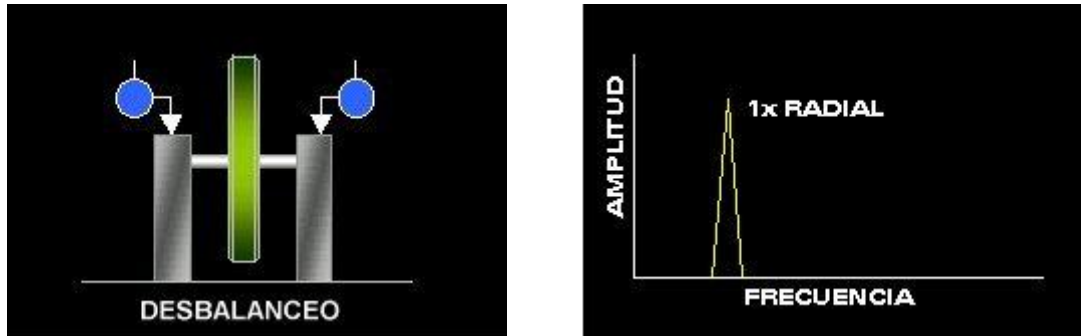
MÁQUINAS Y ELEMENTOS	VALORES ADMISIBLES
Turbinas de gas, de vapor o hidráulicas	2.5 mm/s
Motores eléctricos, bombas, ventiladores asentados en el piso (equipos comunes)	4.5 mm/s
Ventiladores asentados en resortes	7.1 mm/s
Motores de combustión interna	12.5 mm/s
Llanta de un auto	40 mm/s

2.4 Problemas generados por vibraciones

2.4.1 Desbalance

2.4.1.1 En un plano

Figura 7. Desbalance en un plano

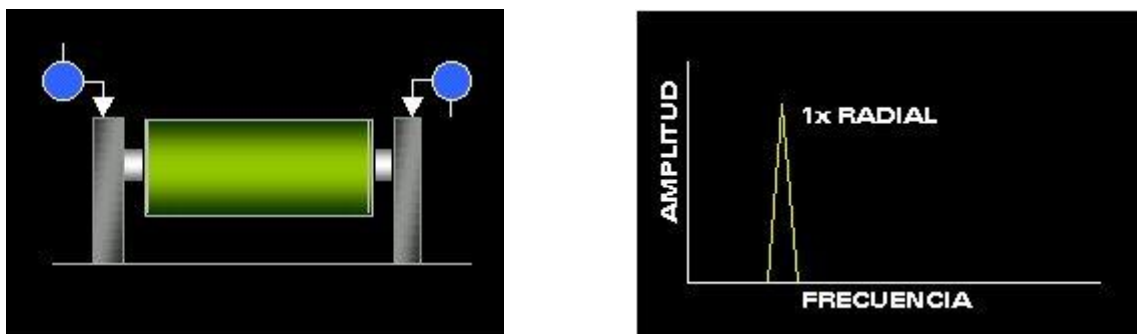


Generalmente producido por desgaste radial superficial no uniforme en rotores en los cuales su largo es despreciable en comparación con el diámetro.

El espectro presenta vibración dominante con una frecuencia igual a 1 X RPS del rotor. Se recomienda para corregir la falla balancear el rotor en un sólo plano (en el centro de gravedad del rotor) con la masa adecuada y en la posición angular calculada con un equipo de balanceo.

2.4.1.2 Dinámico

Figura 8. Desbalance dinámico



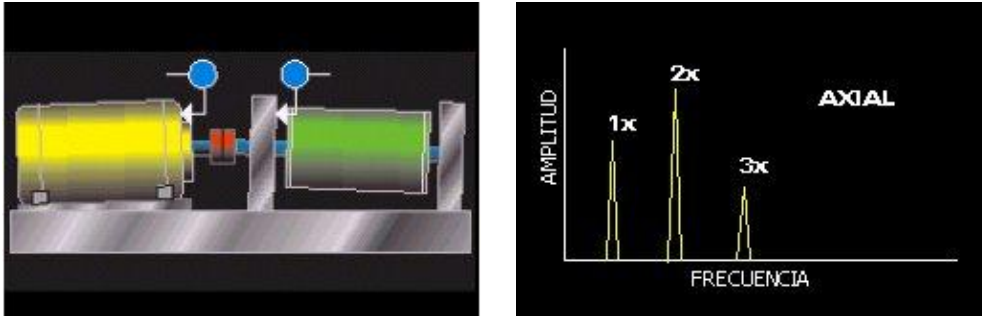
El desbalanceo dinámico ocurre en rotores medianos y largos. Es debido principalmente a desgastes radiales y axiales simultáneos en la superficie del rotor.

El espectro presenta vibración dominante y vaivén simultáneo a frecuencia igual a 1 X RPS del rotor.

2.4.2 Desalineación

2.4.2.1 Angular

Figura 9. Desalineación angular

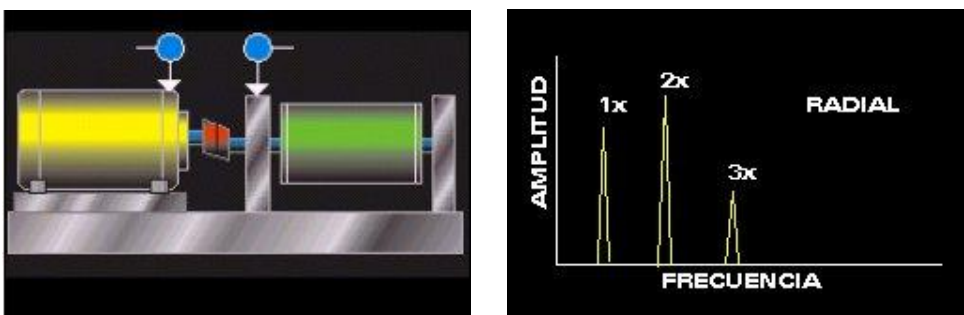


Ocurre cuando el eje del motor y el eje conducido unidos en el acople, no son paralelos. Caracterizado por altas vibraciones axiales. 1 X RPS y 2 X RPS son las más comunes, con desfase de 180 grados a través del acople. También se presenta 3 X RPS. Estos síntomas también indican problemas en el acople.

Para corregirlo, el motor y el rotor conducido deben alinearse. Debe emplearse un equipo de alineación adecuado.

2.4.2.2 Paralela

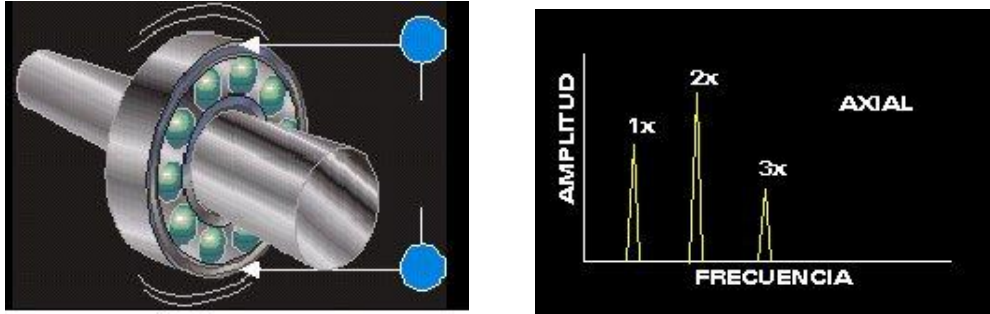
Figura 10. Desalineación paralela



Los ejes del motor y del rotor conducido están paralelos, pero no son colineales. Se pueden detectar altas vibraciones radiales a 2 X RPS, predominante, y a 1 X RPS, con desfase de 180 grados a través del acople. Cuando aumenta la severidad, genera picos en armónicos superiores (4X, 8X). El acople debe alinearse para corregir el daño. Debe emplearse un equipo de alineación adecuado

2.4.2.3 De rodamiento

Figura 11. Desalineación de rodamiento



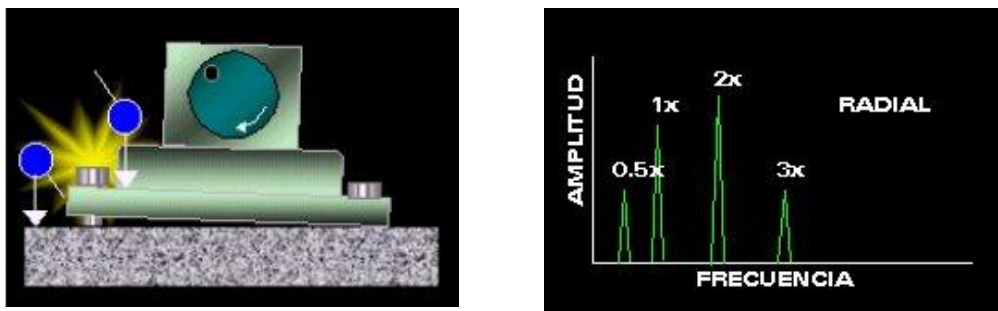
El rodamiento ha sido ensamblado torcido, respecto de su alojamiento y/o de su eje interior. Genera armónicos a 1 X, 2 X y 3X RPS con 2X predominante en dirección axial. Frecuentemente se observa un fenómeno de cambio de fase, en mediciones axiales, a lo largo de la circunferencia del sello.

Para corregir el daño se recomienda reinstalar el rodamiento. Debe verificarse con cuidado, si el rodamiento aún se encuentra en buen estado, de lo contrario, debe reemplazarse. (Tratar de alinear el acople no resolverá el problema).

2.4.3 Holgura mecánica

2.4.3.1 Holgura eje – agujero

Figura 12. Holgura eje - agujero

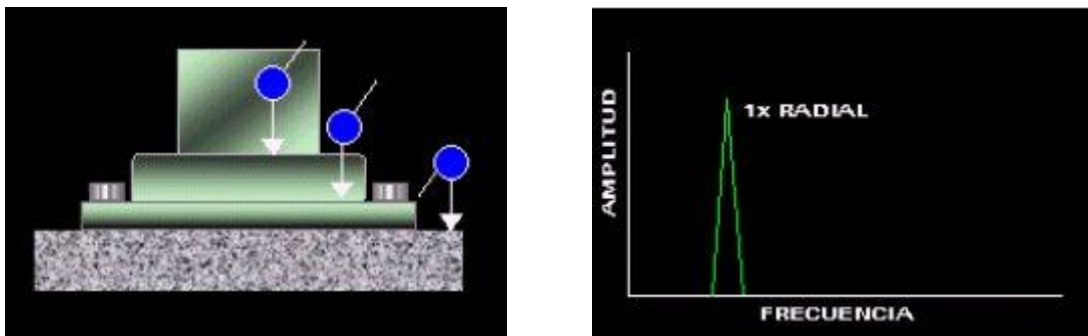


Aflojamiento de manguitos, tolerancias de manufactura inadecuadas (con juego), y holgura entre el impulsor y su eje en bombas. Causa un truncamiento en la forma de onda en el dominio del tiempo.

La falla genera múltiples armónicos y subarmónicos de 1 X RPS, destacándose los armónicos fraccionarios $1/2$ X, $1/3$ X, 1.5 X, 2.5 X, ... Frecuentemente la fase es inestable y el nivel máximo tiende a una dirección notable realizando lecturas radiales espaciadas 30 grados entre si.

2.4.3.2 En sujeción

Figura 13: Holgura en sujeción



Aflojamiento o pérdida de tuercas o fracturas en la estructura de soporte. Armónicos a $0.5X$, $1 X$, $2 X$, y $3 X$ con predominante $2 X$ RPS, en dirección de la falla. Altamente direccional en la dirección de sujeción.

Se recomienda para corregir el problema, revisar el estado de desgaste de la estructura de soporte (presencia de fracturas). Luego debe verificarse el torque de apriete de los sujetadores

2.4.3.3 *Fatiga estructural.* Ablandamiento o sobre desplazamiento del pie de la máquina, por holgura en los pernos de la base o por deterioro de los componentes de la sujeción.

El espectro presenta vibración a $1 X$ en la base de la máquina con desfase de 180 grados entre los elementos sujetos en el anclaje. Altamente direccional en la dirección de la sujeción.

Se recomienda primero revisar el estado de fatiga del pie de máquina (rajaduras, corrosión). Luego debe verificarse el estado de los sujetadores y por último el estado de la cimentación.

2.5 Mantenimiento proactivo [7]

2.5.1 Definición

El mantenimiento proactivo, es una filosofía de mantenimiento, dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez que las causas que generan el desgaste han sido localizadas, no debemos permitir que éstas continúen presentes en la maquinaria, ya que de hacerlo, su vida y desempeño, se verán reducidos.

Esta filosofía de mantenimiento persigue el conocimiento de la causa raíz de un problema para eliminar por completo la aparición de averías.

Mantenimiento proactivo está basado en tres principios:

1. Mejorar los procedimientos antes de que causan fallas.
2. Evitar paradas del equipo para mantenimiento correctivo.
3. Aumentar el intervalo entre intervalos para mantenimiento preventivo.

2.5.2 Objetivos del mantenimiento proactivo

- Reducir costos (costo total).
- Conservar inversión.
- Asegurar calidad.
- Garantizar seguridad.
- Evitar impacto ecológico.
- Obtener costos del ciclo de vida de los activos físicos económico.
- Prevenir y eliminar defectos y fallas.
- Aumentar vida útil y rendimientos.
- Conservar el valor.

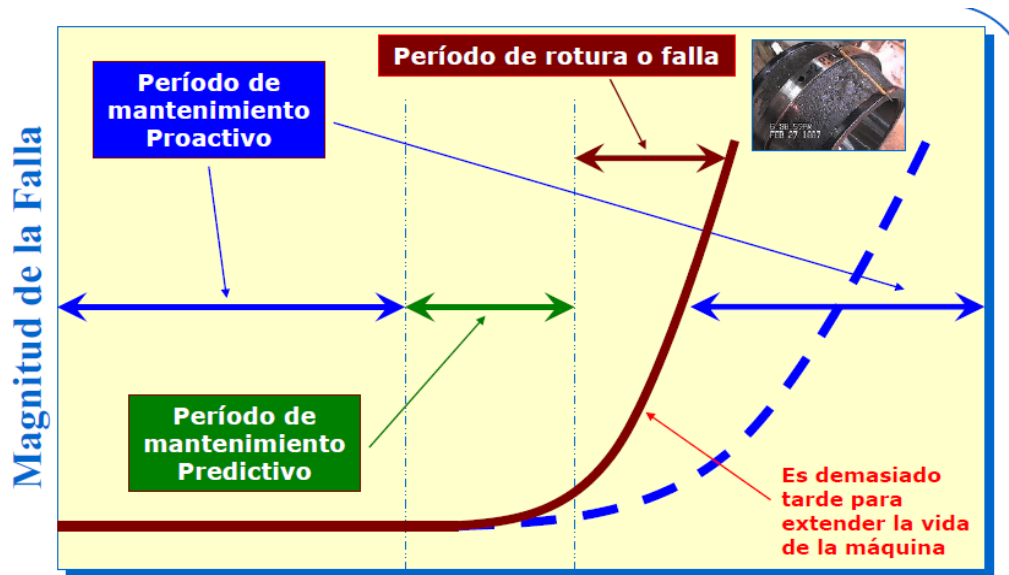
2.5.3 Ventajas

- Tiempo de vida de la maquina es extendido.
- Se incrementa la confiabilidad del equipo.
- Menos fallas y por lo tanto daños secundarios.
- Tiempo de paradas reducidas.
- Reducción de costos globales de mantenimiento.

2.5.4 Desventajas

- Costo adicional para instrumentos, sistemas y personal.
- Capacidades adicionales requeridas.
- Inversión adicional.
- Requiere un cambio de filosofía en todos los niveles de la organización.

Figura 14. Períodos de mantenimiento



2.5.5 *Beneficios.* El aumento de la vida operativa de la máquina a través de una estrategia de mantenimiento proactivo indudablemente disminuye los costos de mantenimiento y aumenta la productividad de la planta.

- Solución a causas de fallas recurrentes.
- Incremento del tiempo medio entre fallas.
- Educación el mantenimiento.
- Reducir sus costos de mantenimiento.
- Reducir el tiempo de paradas.
- Mejorar la calidad de sus productos.
- Aumentar la vida útil de sus máquinas.
- Optimizar la eficiencia de su planta.
- Mejorar su planificación.
- Capacitar a su personal.

CAPÍTULO III

3. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS

3.1 Estado actual de los equipos

Tabla 2. Estado técnico de la motobomba de la piscina

ESTADO TÉCNICO DE LA MOTOBOMBA DE LA PISCINA				
MARCA: BALDOR		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: ING. FAUSTO PAREDES		
CÓDIGO TÉCNICO:		SIGNIFICADO:		
CÓDIGO ACTIVO FIJO:		SIGNIFICADO:		
MANUALES: Si: _____ No: <u> X </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		PLANOS: Si: _____ No: <u> X </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		REPUESTOS: Si: <u> X </u> No: _____ CÓDIGO: SIGNIFICADO:
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
➤ Estado del anclaje		X		
➤ Estado de la carcasa			X	
➤ Estado de los elementos generadores de movimiento			X	
➤ Estado del acople			X	
➤ Estado de los empaques			X	
➤ Estado de las redes eléctricas		X		
➤ Funcionamiento de los mecanismos			X	
➤ Estado de las tuberías				X
➤ Estado del tablero de control			X	
➤ Lubricación				X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR				

Tabla 3. Estado técnico de la motobomba del hidromasaje 81

ESTADO TÉCNICO DE LA MOTOBAMBA DEL HIDROMASAJE 81				
MARCA: HAYWARD		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: ING. FAUSTO PAREDES		
CÓDIGO TÉCNICO:		SIGNIFICADO:		
CÓDIGO ACTIVO FIJO:		SIGNIFICADO:		
MANUALES: Si: _____ No: <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	PLANOS: Si: _____ No: <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: Si: _____ No: <u>X</u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Estado de los elementos generadores de movimiento ➤ Estado del acople ➤ Estado de los empaques ➤ Estado de las redes eléctricas ➤ Funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado de las tuberías ➤ Estado del tablero de control ➤ Lubricación		X X	X X X X	X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR				

Tabla 4. Estado técnico de la motobomba del hidromasaje 82

ESTADO TÉCNICO DE LA MOTOBAMBA DEL HIDROMASAJE 82				
MARCA: HAYWARD		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: ING. FAUSTO PAREDES		
CÓDIGO TÉCNICO:		SIGNIFICADO:		
CÓDIGO ACTIVO FIJO:		SIGNIFICADO:		
MANUALES: Si: _____ No: <u>X</u>	PLANOS: Si: _____ No: <u>X</u>	REPUESTOS: Si: _____ No: <u>X</u>		
CÓDIGO:	CÓDIGO:	CÓDIGO:		
SIGNIFICADO:	SIGNIFICADO:	SIGNIFICADO:		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Estado de los elementos generadores de movimiento ➤ Estado del acople ➤ Estado de los empaques ➤ Estado de las redes eléctricas ➤ Funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado de las tuberías ➤ Estado del tablero de control ➤ Lubricación			X X X X X X X	 X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR				

Tabla 5. Estado técnico de la motobomba del hidromasaje 151

ESTADO TÉCNICO DE LA MOTOBOMBA DEL HIDROMASAJE 151				
MARCA: SIEMENS		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: ING. FAUSTO PAREDES		
CÓDIGO TÉCNICO:		SIGNIFICADO:		
CÓDIGO ACTIVO FIJO:		SIGNIFICADO:		
MANUALES: Si: _____ No: <u>X</u>	PLANOS: Si: _____ No: <u>X</u>	REPUESTOS: Si: _____ No: <u>X</u>		
CÓDIGO:	CÓDIGO:	CÓDIGO:		
SIGNIFICADO:	SIGNIFICADO:	SIGNIFICADO:		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Estado de los elementos generadores de movimiento ➤ Estado del acople ➤ Estado de los empaques ➤ Estado de las redes eléctricas ➤ Funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado de las tuberías ➤ Estado del tablero de control ➤ Lubricación		X	X X X X	X X X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO BUENO				

Tabla 6. Estado técnico de la motobomba del hidromasaje 152

ESTADO TÉCNICO DE LA MOTOBOMBA DEL HIDROMASAJE 152				
MARCA: SIEMENS		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: ING. FAUSTO PAREDES		
CÓDIGO TÉCNICO:		SIGNIFICADO:		
CÓDIGO ACTIVO FIJO:		SIGNIFICADO:		
MANUALES:	PLANOS:	REPUESTOS:		
Si: _____ No: <u>X</u>	Si: _____ No: <u>X</u>	Si: _____ No: <u>X</u>		
CÓDIGO:	CÓDIGO:	CÓDIGO:		
SIGNIFICADO:	SIGNIFICADO:	SIGNIFICADO:		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Estado de los elementos generadores de movimiento ➤ Estado del acople ➤ Estado de los empaques ➤ Estado de las redes eléctricas ➤ Funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado de las tuberías ➤ Estado del tablero de control ➤ Lubricación 		X	X X X X	X X X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO BUENO				

Tabla 7: Estado técnico de la motobomba del hidromasaje 153

ESTADO TÉCNICO DE LA MOTOBOMBA DEL HIDROMASAJE 153				
FABRICANTE: SIEMENS		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: ING. FAUSTO PAREDES		
CÓDIGO TÉCNICO:		SIGNIFICADO:		
CÓDIGO ACTIVO FIJO:		SIGNIFICADO:		
MANUALES: Si: <u> X </u> No: <u> </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	PLANOS: Si: <u> </u> No: <u> X </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: Si: <u> </u> No: <u> X </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Estado de los elementos generadores de movimiento ➤ Estado del acople ➤ Estado de los empaques ➤ Estado de las redes eléctricas ➤ Funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado de las tuberías ➤ Estado del tablero de control ➤ Lubricación		X	X X X X	X X X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO BUENO				

Tabla 8. Estado técnico de la motobomba de la cisterna

ESTADO TÉCNICO DE LA MOTOBOMBA DE LA CISTERNA				
FABRICANTE: JAPÓN		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: ING. FAUSTO PAREDES		
CÓDIGO TÉCNICO:		SIGNIFICADO:		
CÓDIGO ACTIVO FIJO:		SIGNIFICADO:		
MANUALES: Si: <u> X </u> No: <u> </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	PLANOS: Si: <u> </u> No: <u> X </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: Si: <u> </u> No: <u> X </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Estado de los elementos generadores de movimiento ➤ Estado del acople ➤ Estado de los empaques ➤ Estado de las redes eléctricas ➤ Funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado de las tuberías ➤ Estado del tablero de control ➤ Lubricación		X	X X X X	X X X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO BUENO				

Tabla 9. Estado técnico de la motobomba de las duchas

ESTADO TÉCNICO DE LA MOTOBOMBA DE LAS DUCHAS				
FABRICANTE: JAPÓN		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: ING. FAUSTO PAREDES		
CÓDIGO TÉCNICO:		SIGNIFICADO:		
CÓDIGO ACTIVO FIJO:		SIGNIFICADO:		
MANUALES: Si: <u> X </u> No: <u> </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	PLANOS: Si: <u> </u> No: <u> X </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:	REPUESTOS: Si: <u> </u> No: <u> X </u> CÓDIGO: SIGNIFICADO:		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Estado de los elementos generadores de movimiento ➤ Estado del acople ➤ Estado de los empaques ➤ Estado de las redes eléctricas ➤ Funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado de las tuberías ➤ Estado del tablero de control ➤ Lubricación		X	X X X X	X X X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO BUENO				

3.2 Mantenimiento actual empleado en cada sistema y equipos

La piscina politécnica de la ESPOCH no poseen un plan específico de mantenimiento; básicamente lo que se hace es reparación o cambio cuando los equipos fallan por lo que no se cuenta con un stock de repuestos o equipos en stand – by para ser remplazados, lo que en ciertas ocasiones crea problemas en el servicio

De igual manera se realiza algún tipo de mantenimiento preventivo basado en inspecciones visuales y engrases cada que se piensa que la situación lo amerita pero no en todos los equipos.

No se lleva registros de fallos, paradas o estado de los equipos con mayor desgaste o mayor probabilidad de fallo, la piscina politécnica posee un inventario y registro de los equipos pero es incompleto.

3.3 Plan de mantenimiento empleado actualmente

Un plan de mantenimiento nos permitirá cumplir con las tareas a realizarse en la maquinaria o equipos de una forma sistemática y organizada; pero como se describió anteriormente en la piscina politécnica no se cuenta con los parámetros necesarios que se utiliza en un plan de mantenimiento preventivo planificado.

De la misma forma no se cuenta con un plan de mantenimiento predictivo en ninguno de sus equipos, lo cual ha traído como resultado diversas fallas que han perjudicado al servicio, en vista que es imposible determinar los cambios de las condiciones físicas que estén sucediendo dentro de los equipos.

Actualmente la piscina politécnica no posee documentación de trabajo. No se tiene registros o fichas de mantenimiento predictivo, lo que se tiene es ciertos manuales; por lo que es necesario elaborar un plan de mantenimiento preventivo, predictivo y proactivo.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS VIBRACIONAL EN LOS SISTEMAS Y EQUIPOS

4.1 Categorización y criticidad de equipos

4.1.1 *Categorización de los sistemas y equipos según los aspectos selectivos*

Las categorías en cuanto a los aspectos selectivos pueden denominarse de la siguiente forma:

- Categoría A
- Categoría B
- Categoría C

En las siguientes tablas categorizaremos los equipos según los cuatro aspectos selectivos, dando prioridad a la maquinaria según el grado de intercambiabilidad, productividad, régimen de operación y nivel de utilización que se generan en los sistemas y equipos de la piscina de la ESPOCH.

Cabe indicar que la siguiente categorización es la que nos indica el mantenimiento productivo total para saber sus características productivas de un determinado equipo o máquina en las industrias para que su aplicación comience por darle la importancia de mantenimiento que estas requieren.

4.1.2 *Categorización de los sistemas y equipos según los parámetros directivos*

La categorización de los equipos se ha realizado mediante los siete parámetros directivos entre los cuales tenemos:

- Precisión de la máquina.
- Conservabilidad.
- Valor de la máquina.
- Facilidad de aprovisionamiento.
- Manteniabilidad.
- Automatización.
- Seguridad operacional.

Tabla 10. Categorización de equipos

ASPECTOS SELECTIVOS	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	EQUIPOS			
			MBPISC	MBHI81	MBHI82	MBH151
INTERCAMBIABILIDAD	A	Irreemplazable	X			
	B	Reemplazable		X	X	X
	C	Intercambiable				
IMPORTANCIA PRODUCTIVA	A	Imprescindible	X			
	B	Limitante		X	X	X
	C	Convencional				
REGIMEN DE OPERACIÓN	A	Trabaja en un proceso continuo	X			
	B	Trabaja en un proceso seriado		X	X	X
	C	Trabaja en un proceso alternado				
NIVEL DE UTILIZACIÓN	A	Muy utilizada	X			
	B	Media utilización		X	X	X
	C	Poca utilización				

ASPECTOS SELECTIVOS	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	EQUIPOS			
			MBH152	MBH153	MBCIS1	MBDUCH
INTERCAMBIABILIDAD	A	Irreemplazable			X	X
	B	Reemplazable	X	X		
	C	Intercambiable				
IMPORTANCIA PRODUCTIVA	A	Imprescindible			X	X
	B	Limitante	X	X		
	C	Convencional				
REGIMEN DE OPERACIÓN	A	Trabaja en un proceso continuo			X	X
	B	Trabaja en un proceso seriado	X	X		
	C	Trabaja en un proceso alternado				
NIVEL DE UTILIZACIÓN	A	Muy utilizada			X	X
	B	Media utilización	X	X		
	C	Poca utilización				

PARÁMETROS DIRECTIVOS	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	EQUIPOS			
			MBPISC	MBHI81	MBHI82	MBH151
PRECISIÓN	A	Alta	X	X	X	X
	B	Baja				
	C	Media				
MANTENIBILIDAD	A	Alta complejidad	X			
	B	Media complejidad		X	X	X
	C	Simple complejidad				
CONSERVABILIDAD	A	Máquina con condiciones especiales				
	B	Máquina protegida	X	X	X	X
	C	Máquina normal en condiciones severas				

AUTOMATIZACIÓN	A	Automática	X	X	X	X
	B	Semiautomática				
	C	Máquina totalmente mecánica				
VALOR DE LA MÁQUINA	A	Alto valor	X			
	B	Medio Valor		X	X	X
	C	Bajo Valor				
FACILIDAD DE APROVISIONAMIENTO	A	Mala				
	B	Regular	X	X	X	X
	C	Buena				
SEGURIDAD OPERACIONAL	A	Máquina peligrosa				
	B	Máquina con peligrosidad media	X	X	X	X
	C	Máquina poco peligrosa				
RESULTADOS			8 A	2 A	2 A	2 A
			3 B	9 B	9 B	9 B
			-	-	-	-

PARÁMETROS DIRECTIVOS	CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	EQUIPOS			
			MBH152	MBH153	MBCIS1	MBDUCH
PRECISIÓN	A	Alta	X	X	X	X
	B	Baja				
	C	Media				
MANTENIBILIDAD	A	Alta complejidad				
	B	Media complejidad	X	X	X	X
	C	Simple complejidad				
CONSERVABILIDAD	A	Máquina con condiciones especiales				
	B	Máquina protegida	X	X	X	X
	C	Máquina normal en condiciones severas				
AUTOMATIZACIÓN	A	Automática	X	X	X	X
	B	Semiautomática				
	C	Máquina totalmente mecánica				
VALOR DE LA MÁQUINA	A	Alto valor				
	B	Medio Valor	X	X	X	X
	C	Bajo Valor				
FACILIDAD DE APROVISIONAMIENTO	A	Mala				
	B	Regular	X	X	X	X
	C	Buena				
SEGURIDAD OPERACIONAL	A	Máquina peligrosa				
	B	Máquina con peligrosidad media	X	X	X	X
	C	Máquina poco peligrosa				
RESULTADOS			2 A	2 A	6 A	6 A
			9 B	9 B	5 B	5 B
			-	-	-	-

Tabla 11. Criticidad de equipos

EQUIPOS	RESULTADOS	CATEGORÍA	CRITICIDAD
MBPISC	8 A	A	Crítico
	3 B		
	-		
MBHI81	2 A	A	Crítico
	9 B		
	-		
MBHI82	2 A	B	Semicrítico
	9 B		
	-		
MBH151	2 A	B	Semicrítico
	9 B		
	-		
MBH152	2 A	B	Semicrítico
	9 B		
	-		
MBH153	2 A	B	Semicrítico
	9 B		
	-		
MBCIS1	6 A	A	Crítico
	5 B		
	-		
MBDUCH	6 A	A	Crítico
	5 B		
	-		

4.1.3 *Política de mantenimiento acorde con la categoría.* La política de mantenimiento acorde con la categoría de la máquina, vienen separadas de acuerdo a la denominación A, B y C. Así tenemos que para las máquinas que se han categorizado como:

A Se debe lograr la máxima disponibilidad, para lo cual se recomienda no escatimar costos en el mantenimiento.

B Se debe reducir los costos de mantenimiento sin que ello perjudique la disponibilidad de la maquinaria.

C Se debe reducir los costos de mantenimiento a lo menor posible

4.2 Diseño de fichas técnicas para el análisis vibracional

4.2.1 Fichas de datos, características y diagramas de ubicación de los puntos de medición de los equipos de la piscina de la ESPOCH

Tabla 12. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba de la piscina

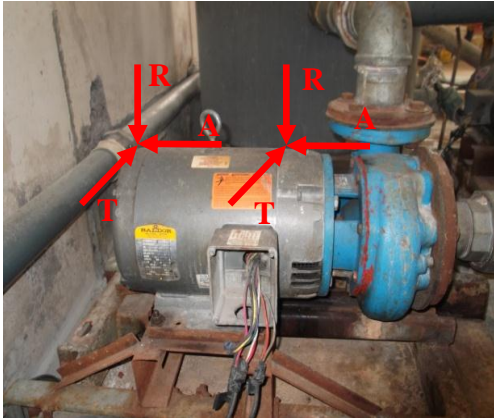
DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA MOTOBOMBA DE LA PISCINA	
CÓDIGO: MBPISC	
DATOS GENERALES	
MARCA: BALDOR	AÑO DE ADQUISICIÓN:
FABRICANTE:	PRIORIDAD: VITAL
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: BALDOR	TIPO: JHM3314T
POTENCIA: 2.2 KW	RPM: 3450
VOLTAJE: 200 – 230 / 450 V	AMPERAJE: 38 – 36 / 18 A
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <u>X</u> AMORTIGUADO: _____	VdB: _____ mm / s: <u>X</u>
EQUIPO DE MEDICIÓN:	RESPONSABLE: MYRIAM NAULA
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

Tabla 13. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba del hidromasaje 81

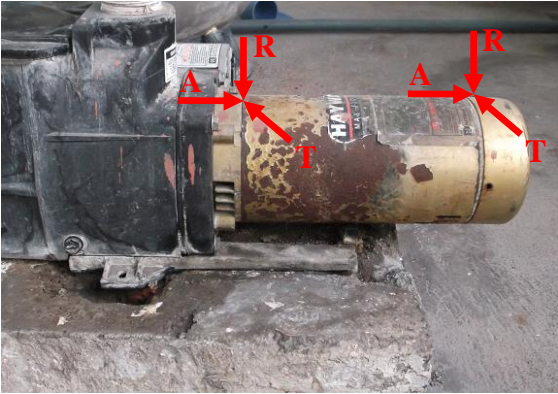
DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA MOTOBOMBA DEL HIDROMASAJE 81	
CÓDIGO: MBHI81	
DATOS GENERALES	
MARCA:	NÚMERO DE SERIE:
MODELO:	AÑO DE ADQUISICIÓN:
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: HAYWARD	TIPO:
IP:	Hz: 60
POTENCIA:	RPM: 3450
VOLTAJE: 115 / 230 V	AMPERAJE: 11.0 A
	NÚMERO DE FASES: 3
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <u>X</u> AMORTIGUADO: _____	VdB: _____ mm / s: <u>X</u>
EQUIPO DE MEDICIÓN:	RESPONSABLE: MYRIAM NAULA
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

Tabla 14. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba del hidromasaje 82


DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA MOTOBOMBA DEL HIDROMASAJE 82	
CÓDIGO: MBHI82	
DATOS GENERALES	
MARCA:	NÚMERO DE SERIE: 11409CH
MODELO:	AÑO DE ADQUISICIÓN:
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: HAYWARD	TIPO:
IP:	Hz: 60
POTENCIA: 1.0 HP	RPM: 3450
VOLTAJE: 115 V	AMPERAJE: 11.0 A
	NÚMERO DE FASES: 3
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <u>X</u> AMORTIGUADO: _____	VdB: _____ mm / s: <u>X</u>
EQUIPO DE MEDICIÓN:	RESPONSABLE: MYRIAM NAULA
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

Tabla 15. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba del hidromasaje 151

DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA MOTOBOMBA DEL HIDROMASAJE 151	
CÓDIGO: MBH151	
DATOS GENERALES	
MARCA:	NÚMERO DE SERIE:
MODELO:	AÑO DE ADQUISICIÓN:
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: SIEMENS	TIPO:
IP:	Hz: 60
POTENCIA: 3,6 HP	RPM: 3460
VOLTAJE: 220 / 440 V	AMPERAJE: 10.8 / 5.40 A
	NÚMERO DE FASES: 3
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <u>X</u> AMORTIGUADO: _____	VdB: _____ mm / s: <u>X</u>
EQUIPO DE MEDICIÓN:	RESPONSABLE: MYRIAM NAULA
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

Tabla 16. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba del hidromasaje 152

DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA MOTOBOMBA DEL HIDROMASAJE 152	
CÓDIGO: MBH152	
DATOS GENERALES	
MARCA:	NÚMERO DE SERIE:
MODELO:	AÑO DE ADQUISICIÓN:
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: SIEMENS	TIPO:
IP:	Hz: 60
POTENCIA: 3.6 HP	RPM: 3460
VOLTAJE: 220 / 440 V	AMPERAJE: 10.8/5.40 A
	NÚMERO DE FASES: 3
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <u> X </u> AMORTIGUADO: <u> </u>	VdB: <u> </u> mm / s: <u> X </u>
EQUIPO DE MEDICIÓN:	RESPONSABLE: MYRIAM NAULA
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	

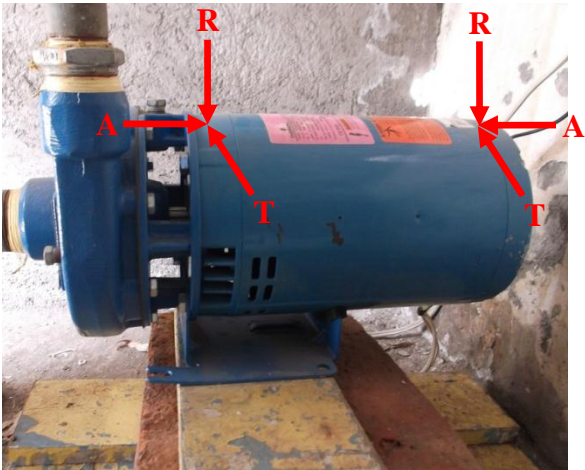
Tabla 17. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba del hidromasaje 153

DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA MOTOBOMBA DEL HIDROMASAJE 153	
CÓDIGO: MBH153	
DATOS GENERALES	
MARCA:	NÚMERO DE SERIE:
MODELO:	AÑO DE ADQUISICIÓN:
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: SIEMENS	TIPO:
IP:	Hz: 60
POTENCIA: 2.0 HP	RPM: 3410
VOLTAJE: 220 / 380 V	AMPERAJE: 13.5 / 23.5 A
	NÚMERO DE FASES: 3
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <u>X</u> AMORTIGUADO: _____	VdB: _____ mm / s: <u>X</u>
EQUIPO DE MEDICIÓN:	RESPONSABLE: MYRIAM NAULA
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

Tabla 18. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba de la cisterna

DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA MOTOBOMBA DE LA CISTERNA	
CÓDIGO: MBCIS1	
DATOS GENERALES	
MARCA:	NÚMERO DE SERIE:
MODELO: R6130780	AÑO DE ADQUISICIÓN:
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: COMPANY	TIPO:
IP:	Hz: 60
POTENCIA: 2.0 H.P	RPM: 3450/2850
VOLTAJE: 190 / 380- 415 V	AMPERAJE: 6.0- 5.8 / 2.9 A
	NÚMERO DE FASES: 3
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <u> X </u> AMORTIGUADO: <u> </u>	VdB: <u> </u> mm / s: <u> X </u>
EQUIPO DE MEDICIÓN:	RESPONSABLE: MYRIAM NAULA
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

Tabla 19. Datos, características y diagrama de ubicación de los puntos de medición de la motobomba de las duchas

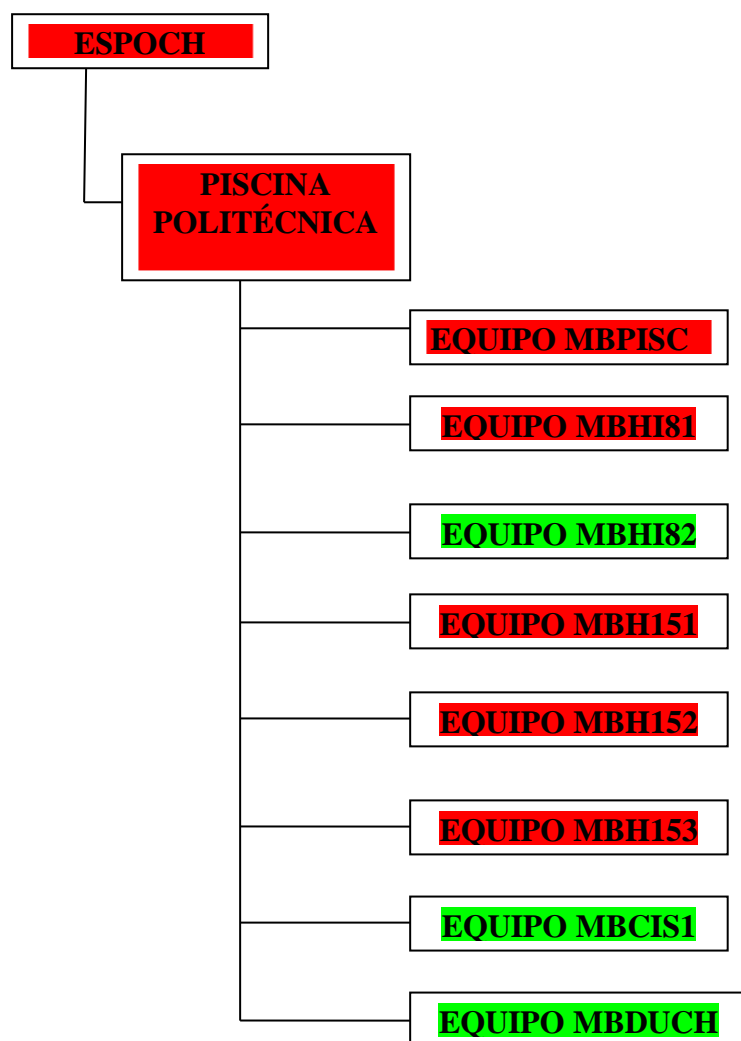
DATOS, CARACTERÍSTICAS Y DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA MOTOBOMBA DE LAS DUCHAS	
CÓDIGO: MBDUCH	
DATOS GENERALES	
MARCA:	NÚMERO DE SERIE:
MODELO: P63GAA- 4419	AÑO DE ADQUISICIÓN:
DATOS DEL MOTOR	
MARCA: EMERSON	TIPO:
IP:	Hz: 60
POTENCIA: 2.0 HP	RPM: 2850
VOLTAJE: 208-230 / 460 V	AMPERAJE: 6.1- 5.6 /2.8 A
DATOS DE REFERENCIA VIBRACIONAL	
TIPO DE SISTEMA	UNIDADES DE VELOCIDAD
RÍGIDO: <u> X </u> AMORTIGUADO: <u> </u>	VdB: <u> </u> mm / s: <u> X </u>
EQUIPO DE MEDICIÓN:	RESPONSABLE: MYRIAM NAULA
UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN	
	

4.3 Diseño de configuración y rutas de medición

Para la configuración del sistema se debe seguir los siguientes pasos:

- Damos clic en la carpeta (New ítem) para crear y establecer códigos para nuestras máquinas.
- En esta pantalla se da la posibilidad de cambiar nombres de acuerdo a los requerimientos de las instituciones que requieren la configuración en este caso ESPOCH.

Figura 15. Configuración ESPOCH



- Después se crea un sub ítem.
- En este caso es la sección de la PISCINA POLITÉCNICA.
- Aquí se toman las mediciones en los diferentes equipos y sistemas.
- Cada uno de los equipos tiene su propio código.
- Ningún código debe repetirse.

Figura 16. Configuración de piscina politécnica

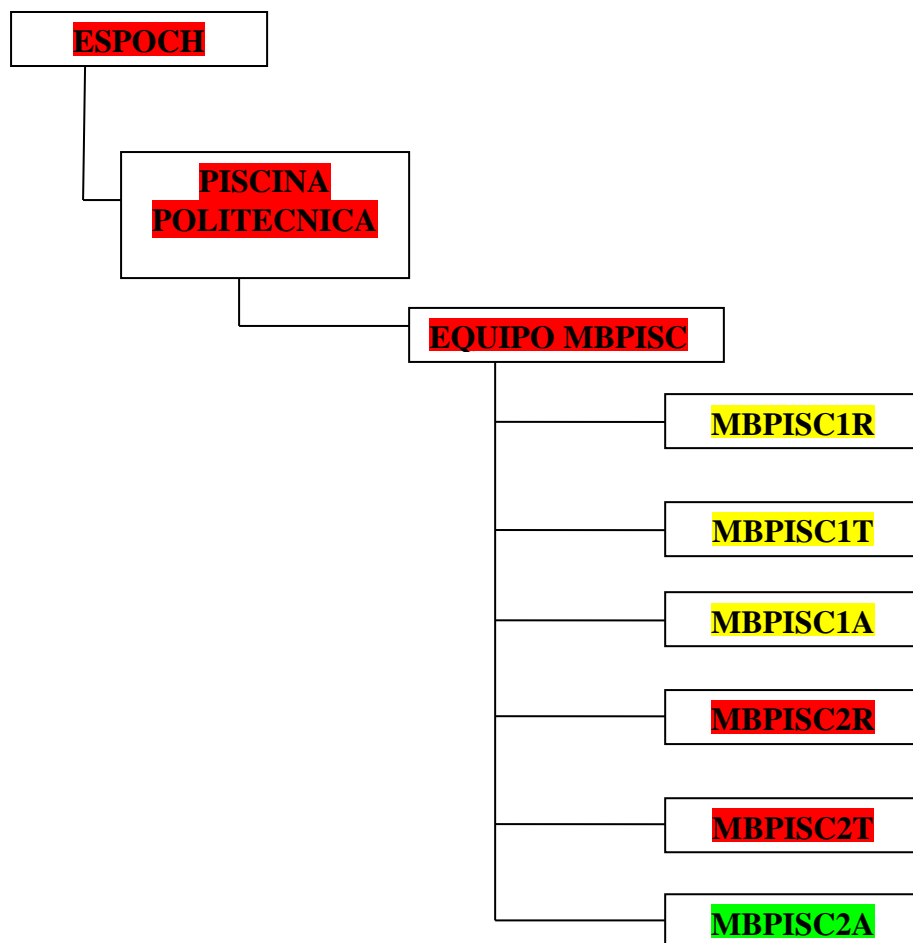


Figura 17. Sección de piscina



- Señalando en la sección de PISCINA POLITECNICA le volvemos a dar un clic para crear un nuevo sub ítem donde van cada uno de los equipos que se va a medir.

Figura 18. Motobomba piscina



Figura 19. Motobomba hidromasaje 81



Figura 20. Motobomba hidromasaje 82



Figura 21. Motobomba hidromasaje 151



Figura 22. Motobomba hidromasaje 152



Figura 23. Motobomba hidromasaje 153



Figura 24. Motobomba de la cisterna



Figura 25. Motobomba de las duchas



4.4 Creación de rutas de medición

Para la creación de rutas tenemos que tomar en cuenta factores tales como:

1. **Posicionamiento.**- Recorra el área de la piscina donde se encuentran los equipos a ser monitoreados, determinando su ubicación, los puntos de medición y secuencia de las mismas, particularidades y opciones de rutas.
2. **Desarrollo de las planillas de datos.**- Establecer que máquinas van a ser monitoreadas, y completar una planilla de datos para cada una de ellas.

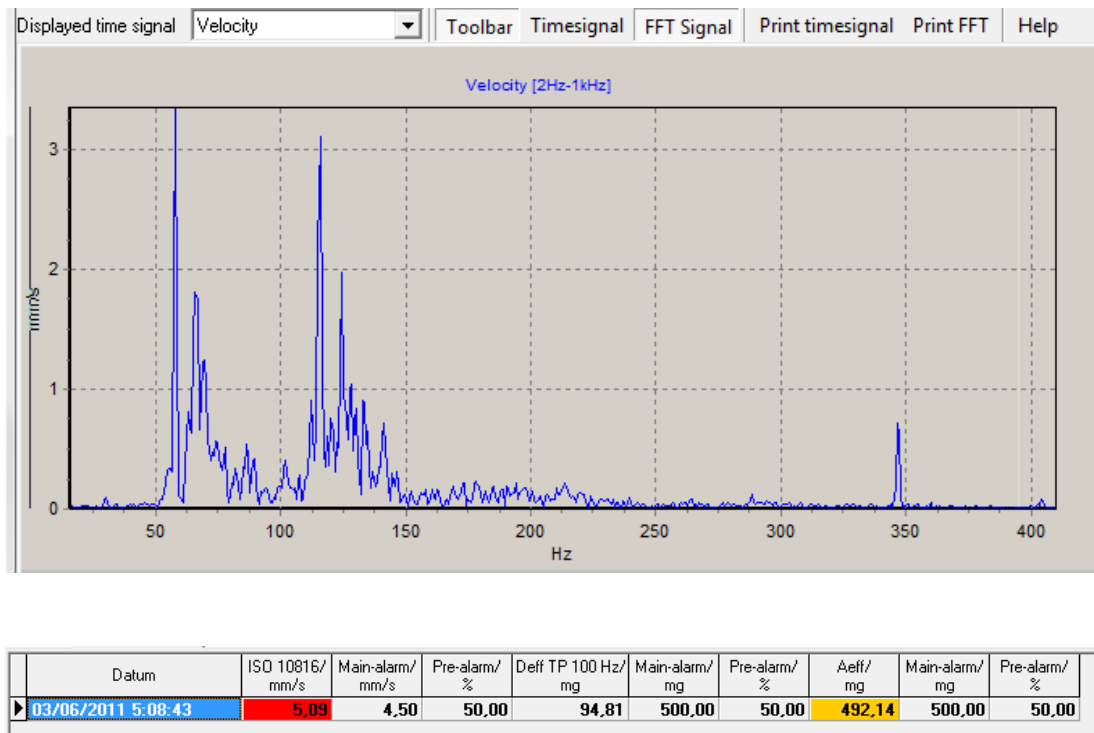
La planilla de datos provee información necesaria sobre cada elemento rotante, a fin de identificar las frecuencias características, los puntos de medición y los datos de reparaciones.

4.5 Recopilación de datos

4.5.1 *Espectros obtenidos en la motobomba de la piscina*

4.5.1.1 *Espectro obtenido en el punto MBPISC2R*

Figura 26. Espectro obtenido en el punto MBPISC2R



ANÁLISIS

El espectro muestra un valor pico de 5.09 mm/seg. En 1XR, el mismo que no es admisible y nos indican un nivel de alarma muy crítico según la norma ISO 10816.

DIAGNÓSTICO

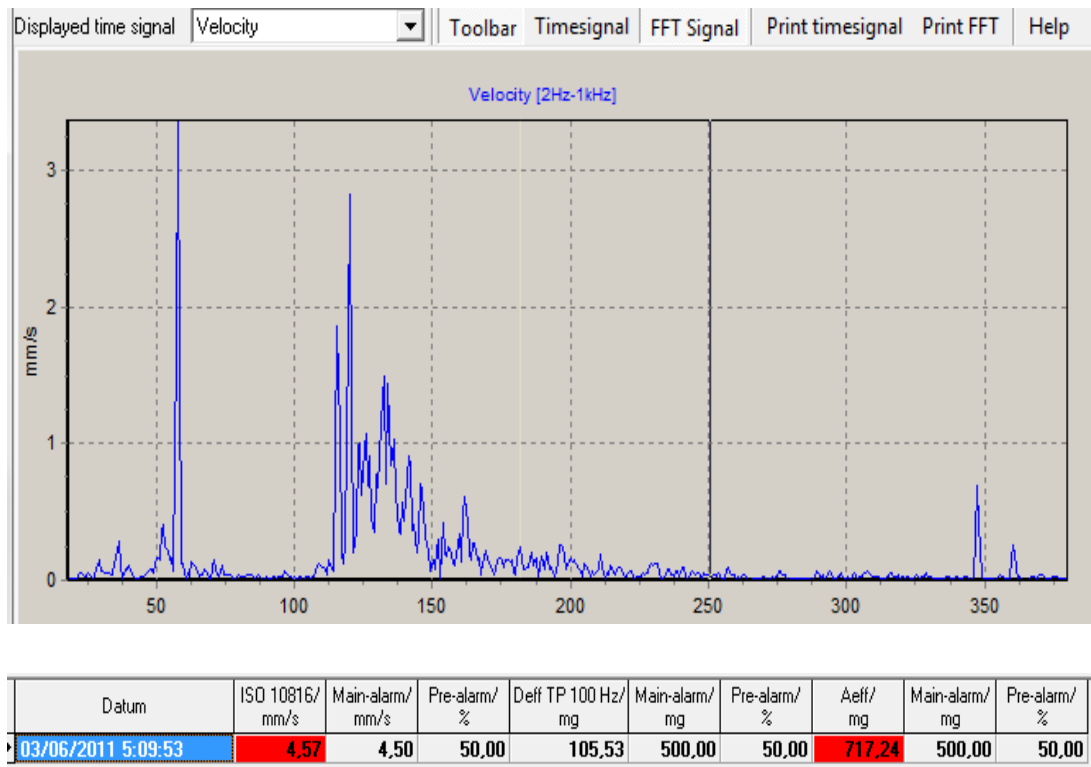
- El valor pico muy elevado en 1XR nos muestra que existe un severo **problema de Pie Cojo**

RECOMENDACIÓN

- Ajustar los pernos de anclaje.
- Comprobar la resistencia de la base
- Comprobar nivelación de la base

4.5.1.2 Espectro obtenido en el punto MBPISC2T

Figura 27. Espectro obtenido en el punto MBPISC2T



ANÁLISIS

El espectro muestra un valor pico de 4.57 mm/seg. En 1XT, el mismo que no es admisible y nos indica un nivel de alarma crítico según la norma ISO 10816.

DIAGNÓSTICO

El pico elevado en 1XT muestra un **problema de Flexibilidad Transversal**.

RECOMENDACIÓN

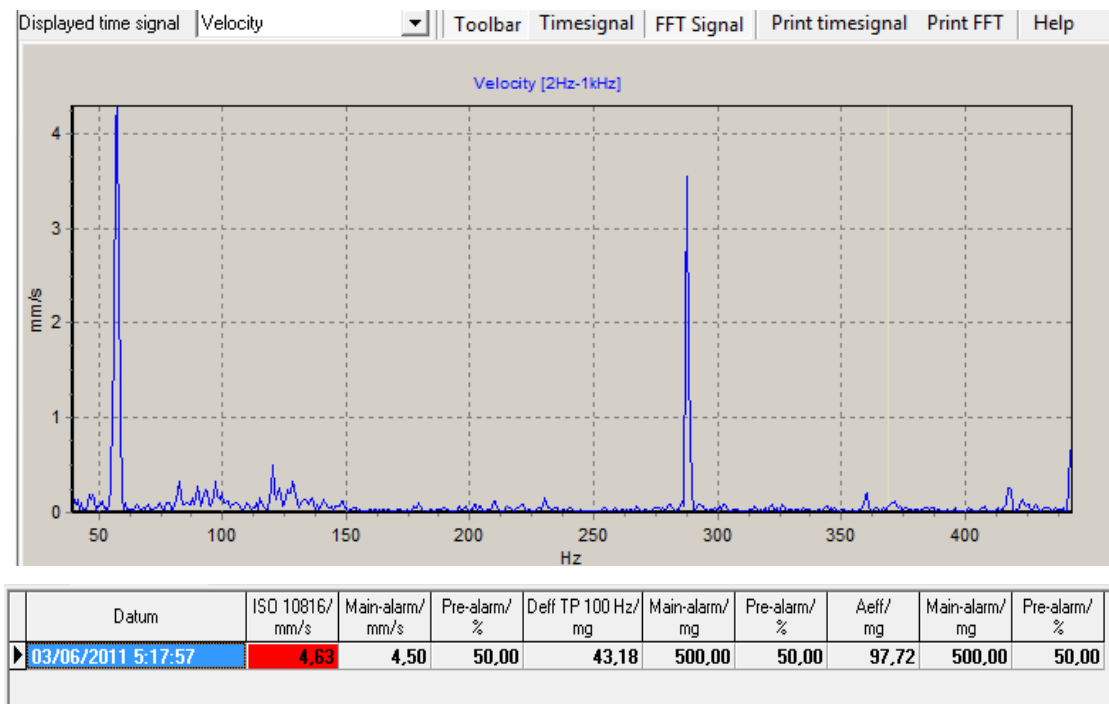
Para evitar la flexibilidad transversal se recomienda revisar si existe:

- Pernos flojos.
- Anclaje incorrecto.
- Corrosión.
- Cuarteaduras en la estructura de montaje.

4.5.2 Espectros obtenidos en la motobomba del hidromasaje 8

4.5.2.1 Espectro obtenido en el punto MBH811R

Figura 28. Espectro obtenido en el punto MBH811R



ANÁLISIS

Al realizar el análisis del espectro se puede observar que tenemos un pico muy elevado en 1XR con un valor pico máximo de 4.63 mm/seg.

Este pico no es admisible y nos indica un nivel de alarma muy crítico según la norma ISO 10816.

DIAGNÓSTICO

- El valor pico muy elevado en 1XR nos muestra que existe un severo **problema de Pie Cojo**

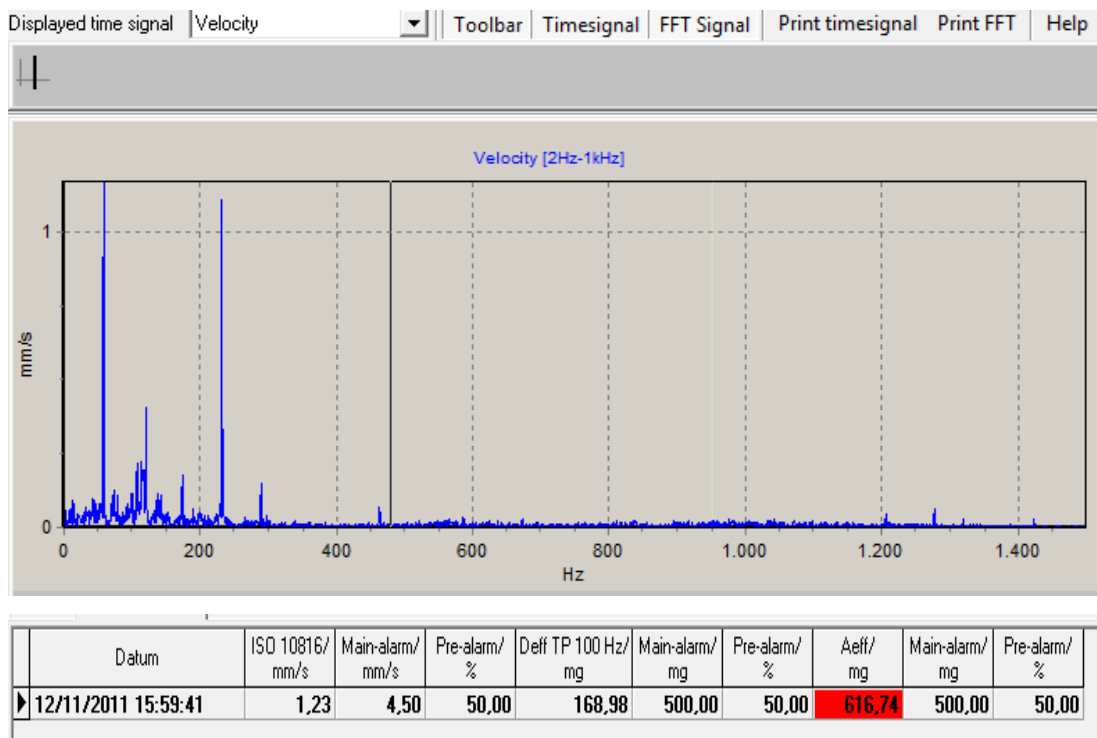
RECOMENDACIÓN

- Ajustar los pernos de anclaje.
- Comprobar la resistencia de la base
- Comprobar nivelación de la base

4.5.3 Espectros obtenidos en la motobomba del hidromasaje 151

4.5.3.1 Espectro obtenido en el punto MBH1511R

Figura 29. Espectro obtenido en el punto MBH1511R



ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1,23 mm/seg.

DIAGNÓSTICO

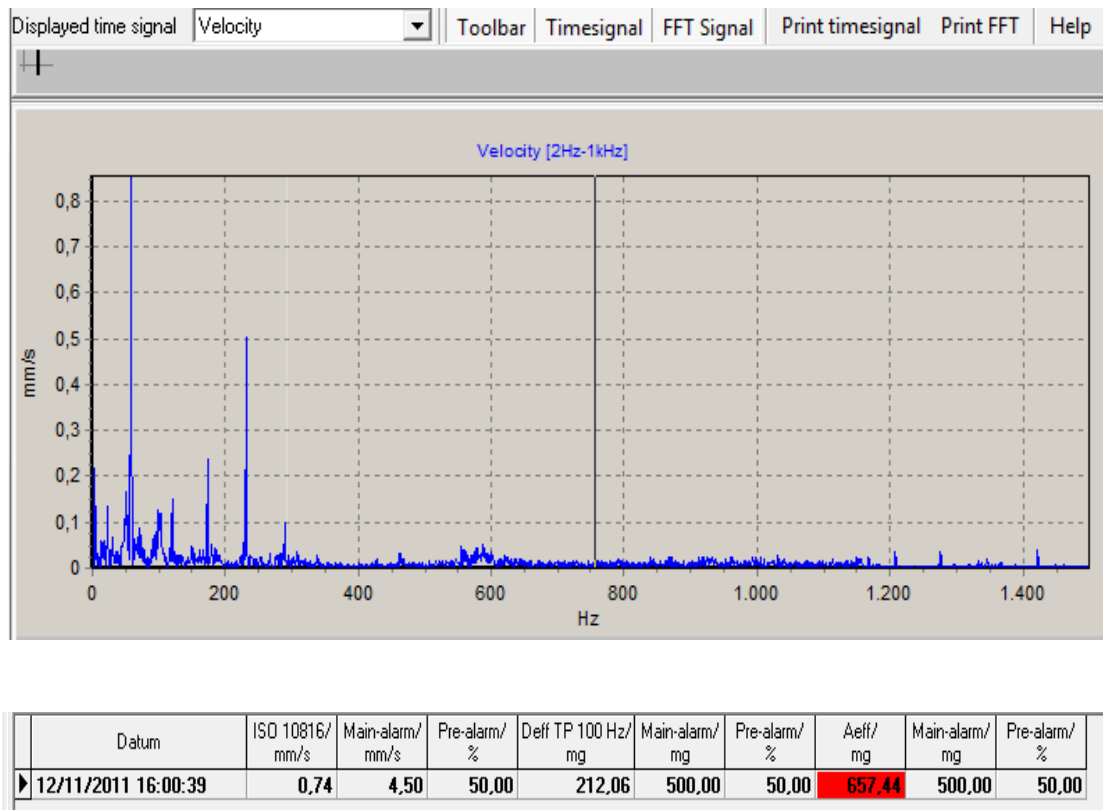
No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son demasiado bajos.

RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

4.5.3.2 Espectro obtenido en el punto MBH1511T

Figura 30. Espectro obtenido en el punto MBH1511T



ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 0.74 mm/seg.

DIAGNÓSTICO

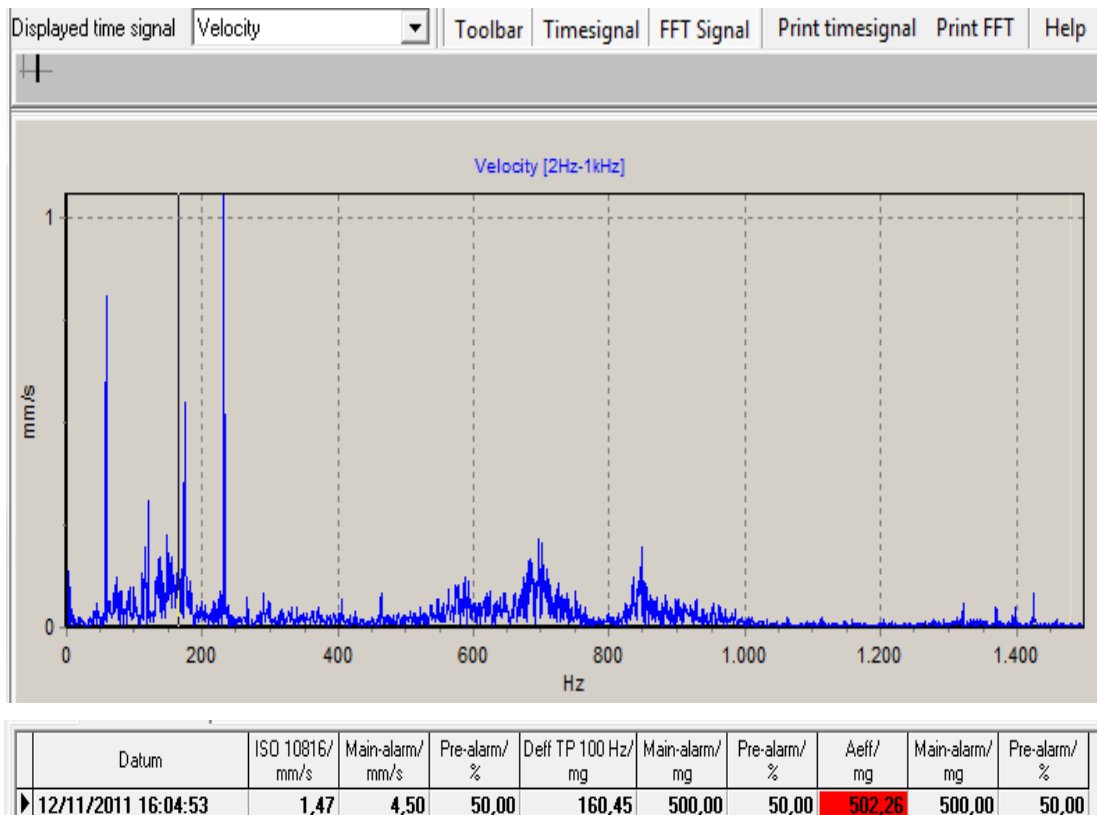
No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son demasiado bajos.

RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

4.5.3.3 Espectro obtenido en el punto MBH1512A

Figura 31. Espectro obtenido en el punto MBH1512A



ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 1,47 mm/seg.

DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los valores pico son demasiado bajos.

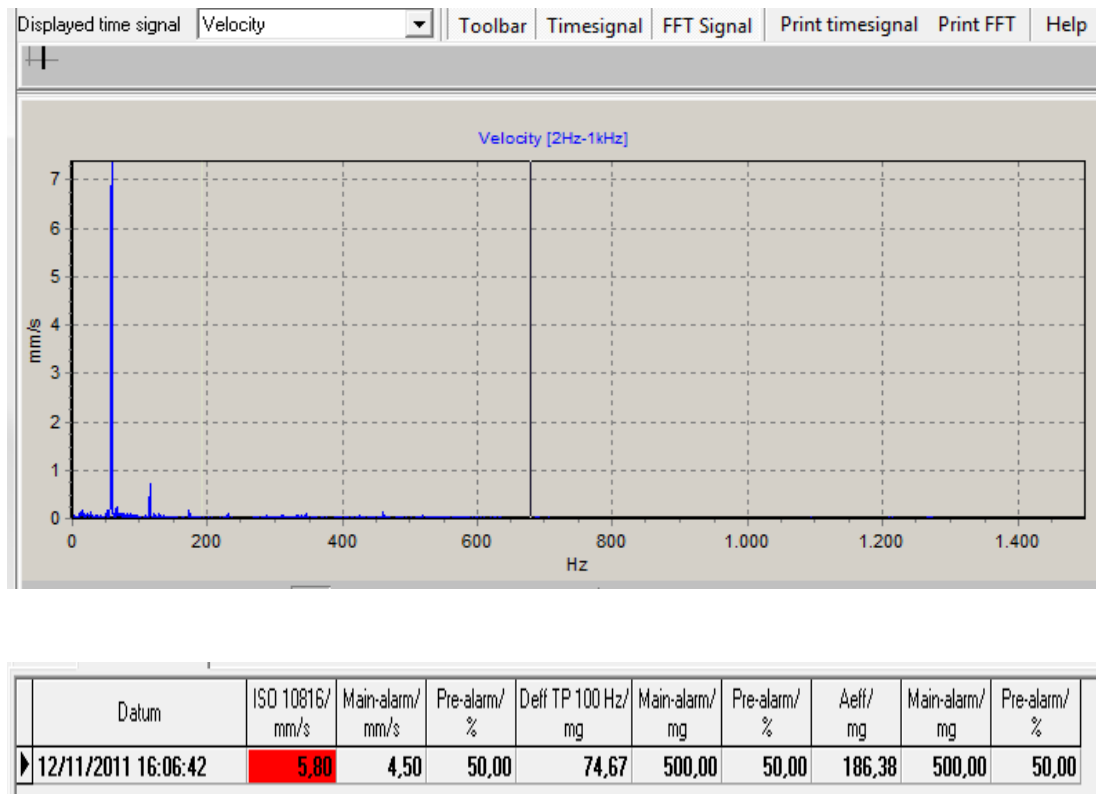
RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

4.5.4 Espectros obtenidos en la motobomba del hidromasaje 152

4.5.4.1 Espectro obtenido en el punto MBH1521R

Figura 32. Espectro obtenido en el punto MBH1521R



ANÁLISIS

Al realizar el análisis del espectro se puede observar que tenemos un pico muy elevado en 1XR con un valor pico máximo de 5.80 mm/seg., los mismos que no son admisibles y nos indican un nivel de alarma muy crítico según la norma ISO 10816.

DIAGNÓSTICO

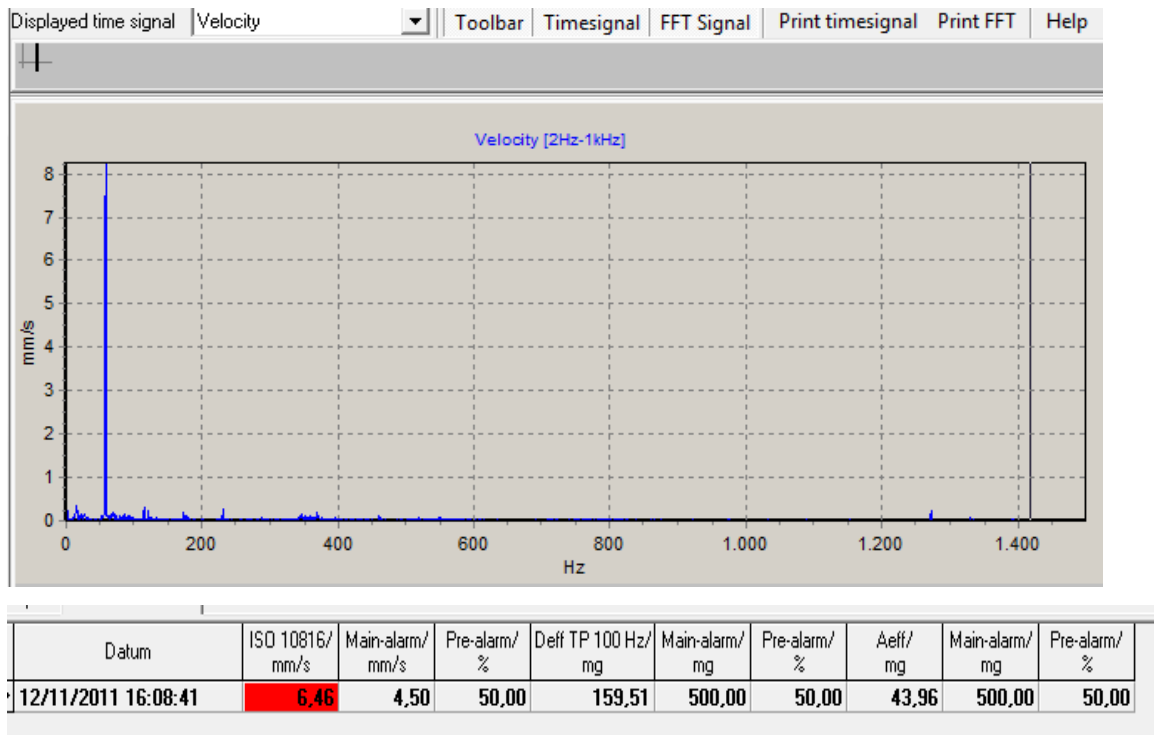
El valor pico muy elevado en 1XR nos muestra que existe un severo **problema de Pie Cojo**

RECOMENDACIÓN

- Ajustar los pernos de anclaje.
- Comprobar la resistencia de la base
- Comprobar nivelación de la base

4.5.4.2 Espectro obtenido en el punto MBH1521A

Figura 33. Espectro obtenido en el punto MBH1521A



ANÁLISIS

En el espectro tenemos un valor pico de 6.46 mm/seg. en 1XA, el mismo que no es admisible y nos indica un nivel de alarma muy crítico según la norma ISO 10816.

DIAGNÓSTICO

La componente axial 1XA, nos indica que existe un **problema de Desalineación Angular**.

RECOMENDACIÓN

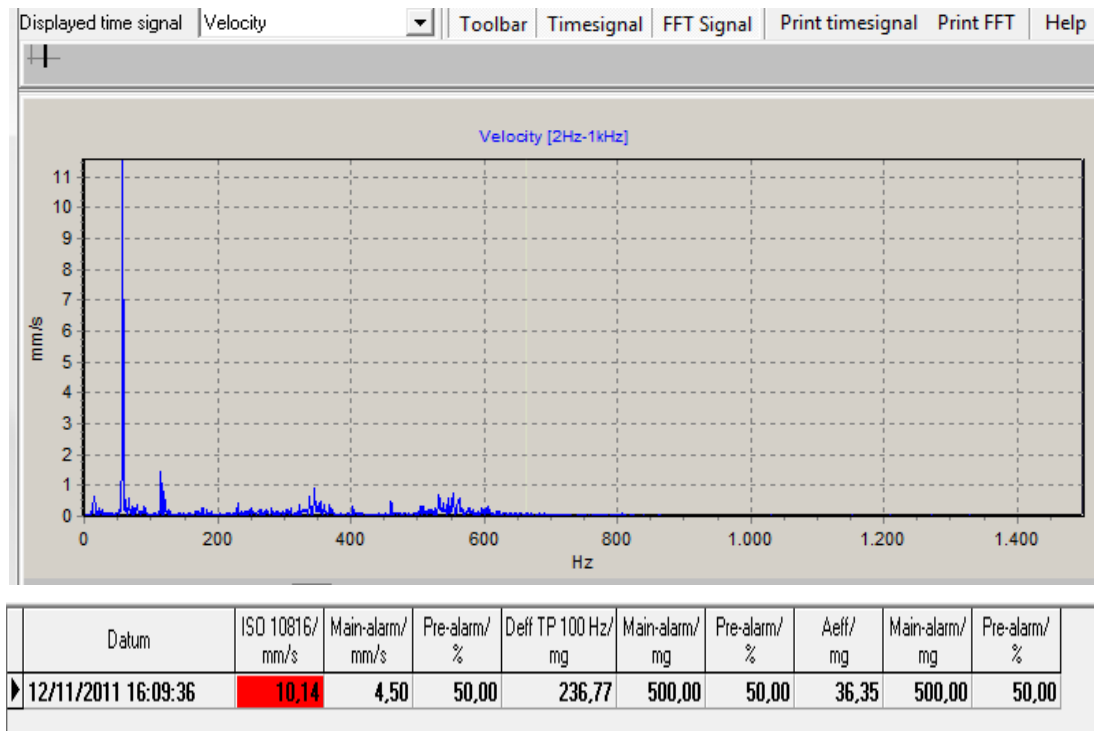
La desalineación angular se puede evitar analizando las siguientes causas:

- Ensamblado impreciso de los componentes.
- La posición relativa de los componentes se altera después del montaje.
- Distorsión debido a fuerzas y distorsión en soportes flexibles debido a torque.
- Expansión de la estructura de la máquina debido al alza de la temperatura.
- La desalineación produce una variedad de síntomas en tipos diferentes de

máquinas y se deben consultar las firmas de vibraciones promedios para máquinas sanas con el fin de determinar los niveles permisibles.

4.5.4.3 Espectro obtenido en el punto MBH1522R

Figura 34. Espectro obtenido en el punto MBH1522R



ANÁLISIS

Al realizar el análisis del espectro se puede observar que tenemos un pico muy elevado en 1XR con un valor pico máximo de 10.14 mm/seg., los mismos que no son admisibles y nos indican un nivel de alarma muy crítico según la norma ISO 10816.

DIAGNÓSTICO

El valor pico muy elevado en 1XR nos muestra que existe un severo **problema de Pie Cojo**

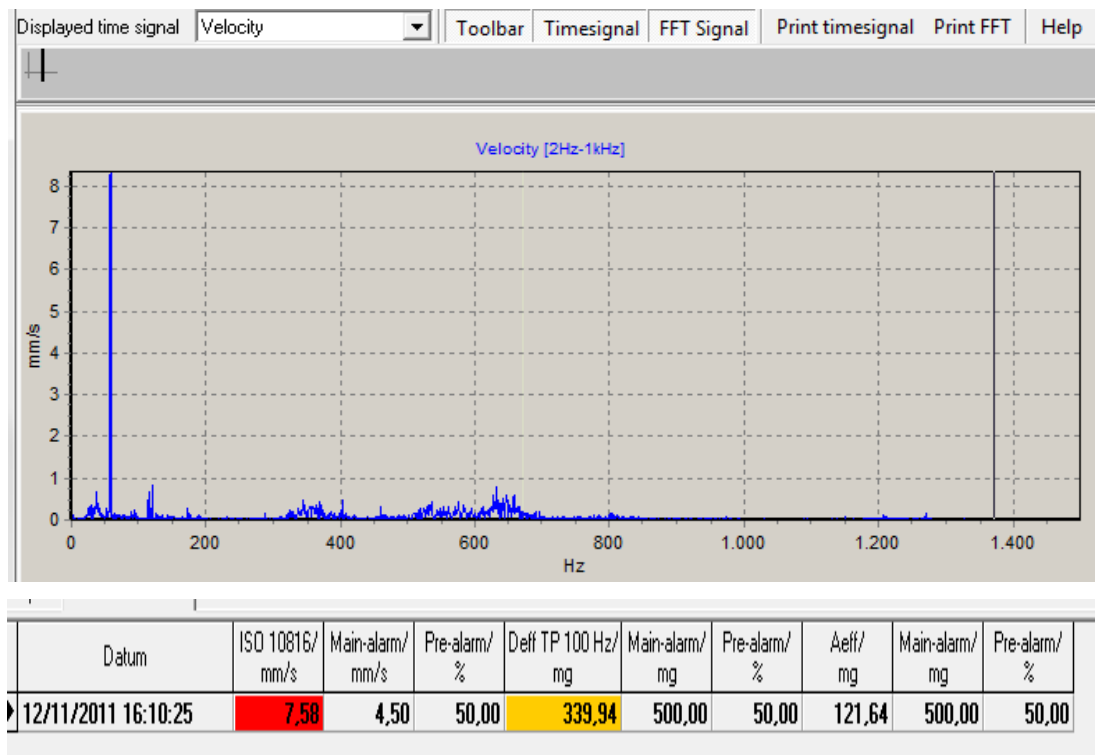
RECOMENDACIÓN

- Ajustar los pernos de anclaje.

- Comprobar la resistencia de la base
- Comprobar nivelación de la base

4.5.4.4 Espectro obtenido en el punto MBH1522T

Figura 35. Espectro obtenido en el punto MBH1522T



ANÁLISIS

El espectro muestra un valor pico de 7.58 mm/seg. en 1XT, el mismo que no es admisible y nos indica un nivel de alarma muy crítico según la norma ISO 10816.

DIAGNÓSTICO

El pico elevado en 1XT muestra un **problema de Flexibilidad Transversal**.

RECOMENDACIÓN

Para evitar la flexibilidad transversal se recomienda revisar si existe:

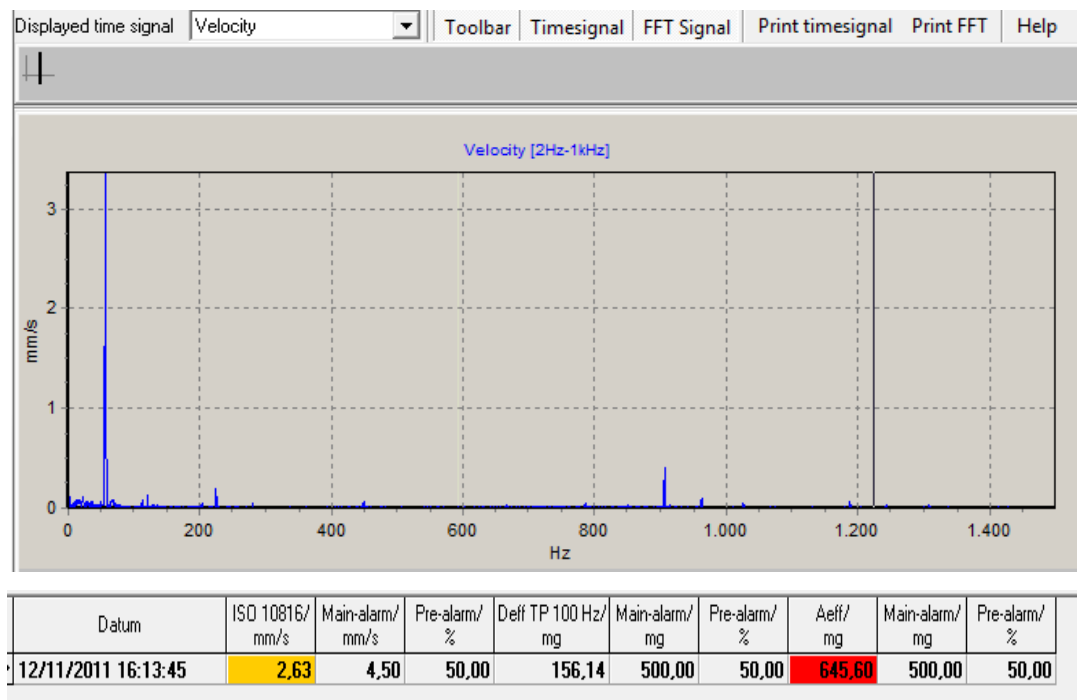
- Pernos flojos.
- Anclaje incorrecto.

- Corrosión.
- Cuarteaduras en la estructura de montaje.

4.5.5 Espectros obtenidos en la motobomba del hidromasaje 153

4.5.5.1 Espectro obtenido en el punto MBH1531T

Figura 36. Espectro obtenido en el punto MBH1531T



ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 2.63 mm/seg.

DIAGNÓSTICO

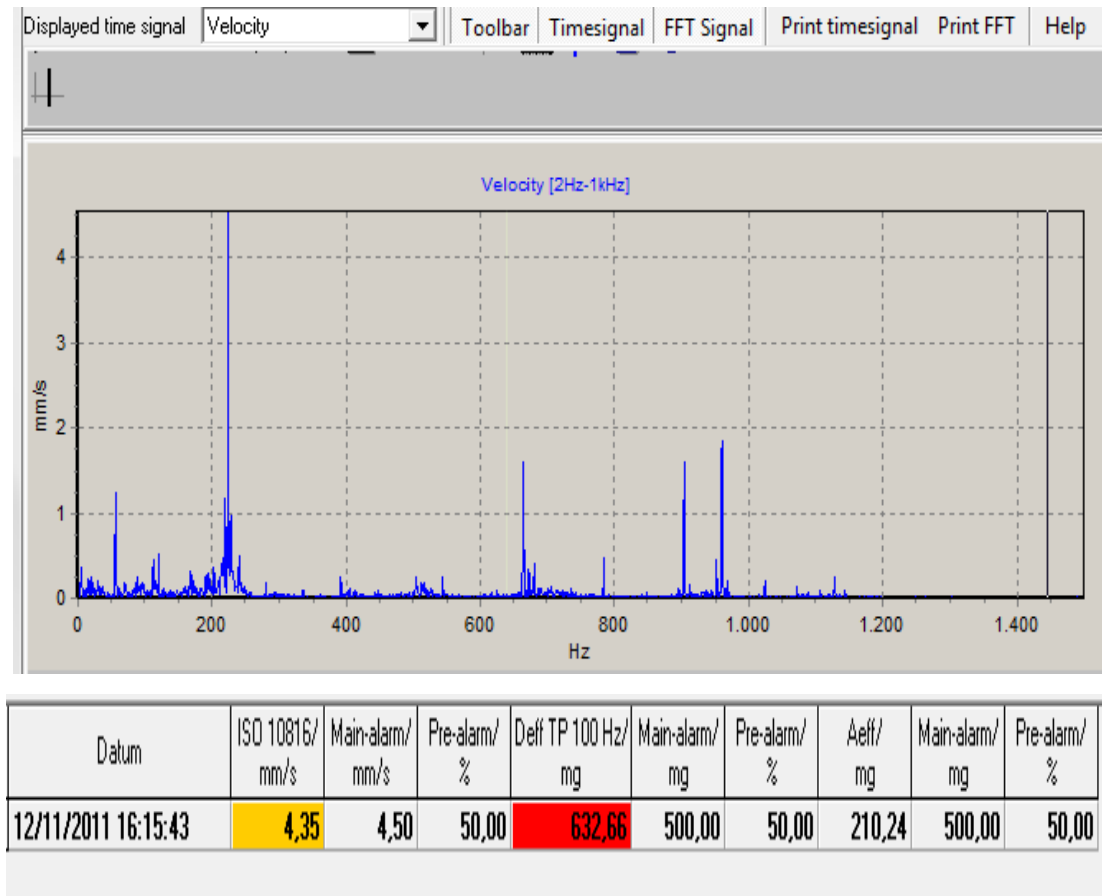
No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son demasiado bajos y admisibles.

RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

4.5.5.2 Espectro obtenido en el punto MBH1532R

Figura 37. Espectro obtenido en el punto MBH1532R



ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 4.35 mm/seg.

DIAGNÓSTICO

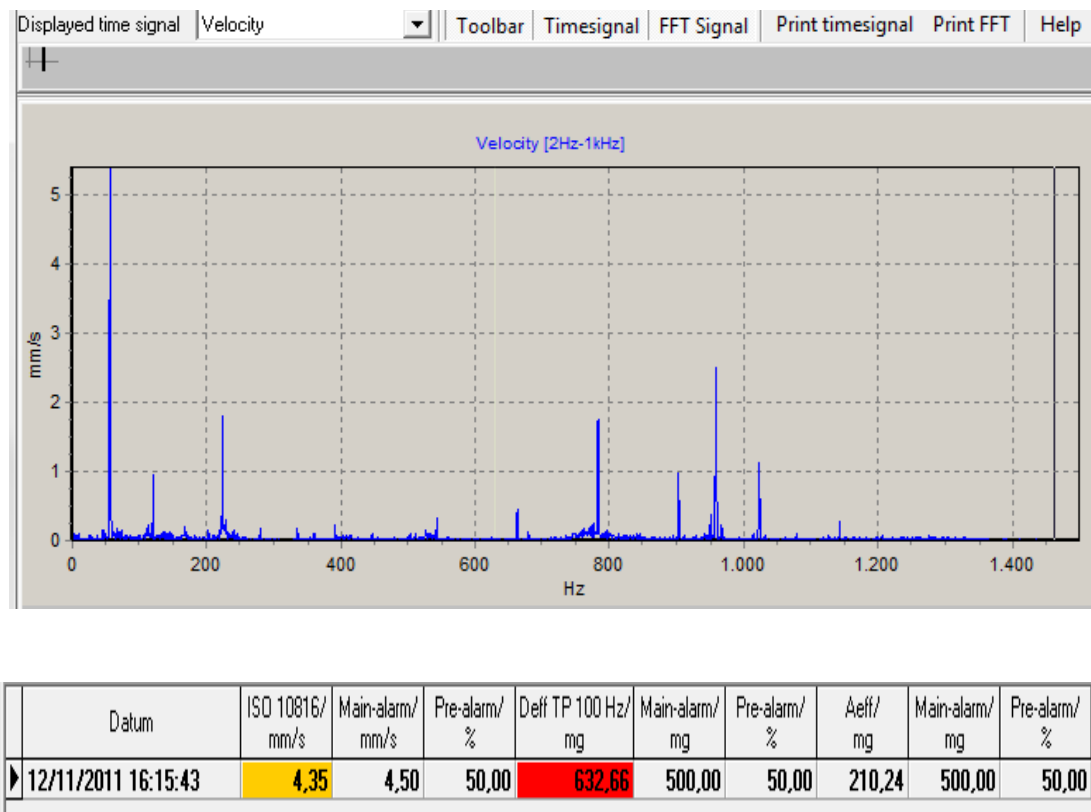
No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son demasiado bajos y admisibles.

RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

4.5.5.3 Espectro obtenido en el punto MBH1532T

Figura 38. Espectro obtenido en el punto MBH1532T



ANÁLISIS

No existen picos altos y los valores son admisibles según la norma ISO 10816, ya que el valor pico más alto es de 4.35 mm/seg.

DIAGNÓSTICO

No tenemos ningún tipo de problema, debido a que los picos son demasiado bajos y admisibles.

RECOMENDACIÓN

Realizar el monitoreo adecuado en el equipo, para seguir manteniendo los resultados actuales.

4.6 Creación de reportes

Una vez obtenidos todos los datos mediante el software se puede acceder a los diferentes datos como reportes de alarma y de rutas, los mismos que se detallan en el **ANEXO B**.

En estos reportes se pueden observar todos los valores correspondientes de las mediciones realizadas con sus diferentes niveles de vibración.

CAPÍTULO V

5. APLICACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PROACTIVO

5.1 Estandarización de tareas preventivas, predictivas y proactivas de la motobomba piscina MBPISC y motobomba hidromasaje 81 MBHI81

Tabla 20. Inspección de la MBPISC, MBHI81 y la tubería

TAREA PREVENTIVA: INSPENCCIÓN DE LA MBPISC, MBHI81 Y TUBERÍA	
FRECUENCIA: 3000 horas	
PROCEDIMIENTO: Máquina en funcionamiento: <ul style="list-style-type: none">• Revisión de parámetros de funcionamiento: voltajes, amperajes, temperatura y velocidad.• Detectar ruidos anormales en rodamientos. Máquina apagada: <ul style="list-style-type: none">• Reajuste de pernos y de todos los circuitos.• Notificar daños mayores.• Revisar estado y sujeción de partes componentes de la carcasa.• Revisar la nivelación.• Revisar el anclaje.• Revisar tubería	
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none">• Multímetro.• Tacómetro.• Pirómetro	
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none">• Maletín de herramientas.• Nivel.	
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none">• Guaípe.	
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none">• La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.	

Tabla 21. Lubricación de la MBPISC Y MBHI81

TAREA PREVENTIVA: LUBRICACIÓN DE LA MBPISC Y MBHI81
FRECUENCIA: 2500 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Lubricar con aceite los elementos que lo requieran. • Lubricar con grasa los elementos que se requieran tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante. • Encender la unidad. • Realizar pruebas de funcionamiento. • Realizar correcciones si es necesario.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Aceite Texaco Meropa 320. • Aditivo AA. • Grasa. • Gasolina.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 22. Inspección eléctrica de la MBPISC Y MBHI81

TAREA PREVENTIVA: INSPECCIÓN ELÉCTRICA DE LA MBPISC Y MBHI81
FRECUENCIA: 3000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo y cortar la energía. • Limpieza e inspección de instrumentos de control de voltajes, amperajes, temperaturas y velocidad. • Inspección del sistema de arranque. • Limpieza de contactores, relés y regletas. • Prueba de funcionamiento de la unidad.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuente universal. • Tacómetro. • Multímetro. • Pirómetro.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Limpiador.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 23. Limpieza de la MBPISC Y MBHI81

TAREA PREVENTIVA: LIMPIEZA DE LA MBPISC Y MBHI81
FRECUENCIA: Semanalmente
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la máquina. • Quitar suministro de corriente eléctrica. • Dejar que se enfrié. • Limpiar todos los componentes. • Colocar cada componente en su posición.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Brocha. • Escoba. • Detergente. • Gasolina.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 24. Análisis vibracional de la MBPISC y MBHI81

TAREA PREDICTIVA: ANÁLISIS VIBRACIONAL DE LA MBPISC Y MBHI81
FRECUENCIA: Mensualmente
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Armar las rutas de medición en un computador. • Transferir las rutas al equipo. • Escoger el transductor más adecuado. • Armar el acelerómetro y el pirómetro de temperatura. • Realizar la medición en cada punto establecido. • Guardar los datos tomados. • Transferir los datos al computador. • Realizar el análisis de los espectros. • Interpretar los resultados.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizador de Vibraciones • Pirómetro. • Computador.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acelerómetro. • Cable de datos para puerto serial. • Cargador del Analizador.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Batería de 9V. • Guaípe. • Franela. • Limpiador.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 25. Cambio de rodamientos de la MBPISC y MBHI81

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE RODAMIENTOS DE LA MBPISC Y MBHI81
FRECUENCIA: 14000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar y desenergizar la unidad. • Desmontar el motor. • Sacar las tapas. • Extraer los rodamientos. • Barnizar los bobinados. • Calentar los nuevos rodamientos. • Colocar nuevos rodamientos. • Colocar las tapas. • Realizar pruebas de funcionamiento. • Comparar los nuevos parámetros.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Aceite. • Gasolina. • Grasa. • Barniz.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos 6005.2RS FAG

Tabla 26. Chequeo de cimentación y reajuste del anclaje y nivelación de la MBPISC y MBHI81

TAREA PROACTIVA: CHEQUEO DE CIMENTACIÓN Y REAJUSTE DEL ANCLAJE Y NIVELACIÓN DE LA MBPISC Y MBHI81
FRECUENCIA: 3000 horas
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de la cimentación. • Reajuste de pernos de anclaje y nivelación. • Comprobación de la nivelación del equipo.
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Torquímetro. • Nivel.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Gasolina.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 27. Cambio del impulsor de la MBPISC y MBHI81

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DEL IMPULSOR DE LA MBPISC Y MBHI81	
FRECUENCIA: 14000 horas	
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar el impulsor. • Montar el impulsor nuevo. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento. 	
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos. 	
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. 	
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Gasolina. • Grasa. 	
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • Impulsor 	

Tabla 28. Cambio de filtro de la MBPISC y MBHI81

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE FILTRO DE LA MBPISC Y MBHI81
<p>FRECUENCIA: 8000 horas</p>
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar el filtro • Poner el nuevo filtro. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Gasolina. • Filtro.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 29. Cambio de válvula de la MBPISC y MBHI81

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE VÁLVULA DE LA MBPISC Y MBHI81
FRECUENCIA: 14.000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar la válvula • Poner la nueva válvula. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Gasolina. • Válvula.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 30. Alineación de bomba y tubería de la MBPISC y MBHI81

TAREA PROACTIVA: ALINEACIÓN DE BOMBA Y TUBERÍA DE LA MBPISC Y MBHI81
FRECUENCIA: Anualmente
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Calibrar el alineador. • Armar el alineador en la máquina. • Medir la alineación. • Revisar los datos tomados. • Rectificar la alineación del equipo de ser necesario. • Verificar la alineación del conjunto motobomba tubería.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alineador Optaling Plus.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cable de datos para puerto serial. • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calzos de alineamiento. • Guaípe.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

5.2 Estandarización de tareas preventivas, predictivas y proactivas de la motobomba hidromasaje 82 MBHI82 y motobomba hidromasaje 151 MBH151

Tabla 31. Inspección de la MBHI82, MBH151 y la tubería

TAREA PREVENTIVA: INSPENCCIÓN DE LA MBHI82, MBH151 Y TUBERÍA	
FRECUENCIA: 3000 horas	
PROCEDIMIENTO: Máquina en funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de parámetros de funcionamiento: voltajes, amperajes, temperatura y velocidad. • Detectar ruidos anormales en rodamientos. Máquina apagada: <ul style="list-style-type: none"> • Reajuste de pernos y de todos los circuitos. • Notificar daños mayores. • Revisar estado y sujeción de partes componentes de la carcasa. • Revisar la nivelación. • Revisar el anclaje. • Revisar tubería 	
EQUIPOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Multímetro. • Tacómetro. • Pirómetro
HERRAMIENTAS:	<ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Nivel.
MATERIALES:	<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe.
REPUESTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 32. Lubricación de la MBHI82 y MBH151

TAREA PREVENTIVA: LUBRICACIÓN DE LA MBHI82 Y MBH151	
FRECUENCIA: 2500 horas	
PROCEDIMIENTO:	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Lubricar con aceite los elementos que lo requieran. • Lubricar con grasa los elementos que se requieran tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante. • Encender la unidad. • Realizar pruebas de funcionamiento. • Realizar correcciones si es necesario.
EQUIPOS:	<ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
HERRAMIENTAS:	<ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
MATERIALES:	<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Aceite Texaco Meropa 320. • Aditivo AA. • Grasa. • Gasolina.
REPUESTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 33. Inspección eléctrica de la MBHI82 y MBH151

TAREA PREVENTIVA: INSPECCIÓN ELÉCTRICA DE LA MBHI82 Y MBH151
FRECUENCIA: 3000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo y cortar la energía. • Limpieza e inspección de instrumentos de control de voltajes, amperajes, temperaturas y velocidad. • Inspección del sistema de arranque. • Limpieza de contactores, relés y regletas. • Prueba de funcionamiento de la unidad.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuente universal. • Tacómetro. • Multímetro. • Pirómetro.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Limpiador.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 34. Limpieza de la MBHI82 y MBH151

TAREA PREVENTIVA: LIMPIEZA DE LA MBHI82 Y MBH151
FRECUENCIA: Semanalmente
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la máquina. • Quitar suministro de corriente eléctrica. • Dejar que se enfríe. • Limpiar todos los componentes. • Colocar cada componente en su posición.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Brocha. • Escoba. • Detergente. • Gasolina.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 35. Análisis vibracional de la MBHI82 y MBH151

TAREA PREDICTIVA: ANÁLISIS VIBRACIONAL DE LA MBHI82 Y MBH151
FRECUENCIA: Mensualmente
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Armar las rutas de medición en un computador. • Transferir las rutas al equipo. • Escoger el transductor más adecuado. • Armar el acelerómetro y el pirómetro de temperatura. • Realizar la medición en cada punto establecido. • Guardar los datos tomados. • Transferir los datos al computador. • Realizar el análisis de los espectros. • Interpretar los resultados.
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • Analizador de Vibraciones • Pirómetro. • Computador.
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Acelerómetro. • Cable de datos para puerto serial. • Cargador del Analizador.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Batería de 9V. • Guaípe. • Franela. • Limpiador.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 36. Cambio de rodamientos de la MBHI82 y MBH151

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE RODAMIENTOS DE LA MBHI82 Y MBH151
FRECUENCIA: 14000 horas
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar y desenergizar la unidad. • Desmontar el motor. • Sacar las tapas. • Extraer los rodamientos. • Barnizar los bobinados. • Calentar los nuevos rodamientos. • Colocar nuevos rodamientos. • Colocar las tapas. • Realizar pruebas de funcionamiento. • Comparar los nuevos parámetros.
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Aceite. • Gasolina. • Grasa. • Barniz.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos 6005.2RS FAG

Tabla 37. Chequeo de cimentación y reajuste del anclaje y nivelación de la MBHI82 y MBH151

TAREA PROACTIVA: CHEQUEO DE CIMENTACIÓN Y REAJUSTE DEL ANCLAJE Y NIVELACIÓN DE LA MBHI82 Y MBH151
FRECUENCIA: 3000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de la cimentación. • Reajuste de pernos de anclaje y nivelación. • Comprobación de la nivelación del equipo.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Torquímetro. • Nivel.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Gasolina.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 38. Cambio del impulsor de la MBHI82 y MBH151

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DEL IMPULSOR DE LA MBHI82 Y MBH151	
FRECUENCIA: 14000 horas	
PROCEDIMIENTO:	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar el impulsor. • Montar el impulsor nuevo. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento.
EQUIPOS:	<ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
HERRAMIENTAS:	<ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
MATERIALES:	<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Gasolina. • Grasa.
REPUESTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsor

Tabla 39. Cambio de filtro de la MBHI82 y MBH151

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE FILTRO DE LA MBHI82 Y MBH151
<p>FRECUENCIA: 8000 horas</p>
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar el filtro • Poner el nuevo filtro. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Gasolina. • Filtro.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 40. Cambio de válvula de la MBHI82 y MBH151

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE VÁLVULA DE LA MBHI82 Y MBH151
FRECUENCIA: 14.000 horas
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar la válvula • Poner la nueva válvula. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento.
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Gasolina. • Válvula.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 41. Alineación de bomba y tubería de la MBHI82 y MBH151

TAREA PROACTIVA: ALINEACIÓN DE BOMBA Y TUBERÍA DE LA MBHI82 Y MBH151
FRECUENCIA: Anualmente
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Calibrar el alineador. • Armar el alineador en la máquina. • Medir la alineación. • Revisar los datos tomados. • Rectificar la alineación del equipo de ser necesario. • Verificar la alineación del conjunto motobomba tubería.
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • Alineador Optaling Plus.
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Cable de datos para puerto serial. • Maletín de herramientas.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Calzos de alineamiento. • Guaípe.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

5.3 Estandarización de tareas preventivas, predictivas y proactivas de la motobomba del hidromasaje 152 MBH152 y motobomba hidromasaje 153 MBH153

Tabla 42. Inspección de la MBH152, MBH153 y la tubería

TAREA PREVENTIVA: INSPENCCIÓN DE LA MBH152, MBH153 Y TUBERÍA
FRECUENCIA: 3000 horas
PROCEDIMIENTO: Máquina en funcionamiento: <ul style="list-style-type: none">• Revisión de parámetros de funcionamiento: voltajes, amperajes, temperatura y velocidad.• Detectar ruidos anormales en rodamientos. Máquina apagada: <ul style="list-style-type: none">• Reajuste de pernos y de todos los circuitos.• Notificar daños mayores.• Revisar estado y sujeción de partes componentes de la carcasa.• Revisar la nivelación.• Revisar el anclaje.• Revisar tubería
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none">• Multímetro.• Tacómetro.• Pirómetro
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none">• Maletín de herramientas.• Nivel.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none">• Guaípe.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none">• La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 43. Lubricación de la MBH152 y MBH153

TAREA PREVENTIVA: LUBRICACIÓN DE LA MBH152 Y MBH153
FRECUENCIA: 2500 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Lubricar con aceite los elementos que lo requieran. • Lubricar con grasa los elementos que se requieran tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante. • Encender la unidad. • Realizar pruebas de funcionamiento. • Realizar correcciones si es necesario.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Aceite Texaco Meropa 320. • Aditivo AA. • Grasa. • Gasolina.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 44. Inspección eléctrica de la MBH152 y MBH153

TAREA PREVENTIVA: INSPECCIÓN ELÉCTRICA DE LA MBH152 Y MBH153
FRECUENCIA: 3000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo y cortar la energía. • Limpieza e inspección de instrumentos de control de voltajes, amperajes, temperaturas y velocidad. • Inspección del sistema de arranque. • Limpieza de contactores, relés y regletas. • Prueba de funcionamiento de la unidad.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuente universal. • Tacómetro. • Multímetro. • Pirómetro.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Limpiador.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 45.Limpieza de la MBH152 y MBH153

TAREA PREVENTIVA: LIMPIEZA DE LA MBH152 Y MBH153
FRECUENCIA: Semanalmente
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la máquina. • Quitar suministro de corriente eléctrica. • Dejar que se enfríe. • Limpiar todos los componentes. • Colocar cada componente en su posición.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Brocha. • Escoba. • Detergente. • Gasolina.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 46. Análisis vibracional de la MBH152 y MBH153

TAREA PREDICTIVA: ANÁLISIS VIBRACIONAL DE LA MBH152 Y MBH153
FRECUENCIA: Mensualmente
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Armar las rutas de medición en un computador. • Transferir las rutas al equipo. • Escoger el transductor más adecuado. • Armar el acelerómetro y el pirómetro de temperatura. • Realizar la medición en cada punto establecido. • Guardar los datos tomados. • Transferir los datos al computador. • Realizar el análisis de los espectros. • Interpretar los resultados.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizador de Vibraciones • Pirómetro. • Computador.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acelerómetro. • Cable de datos para puerto serial. • Cargador del Analizador.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Batería de 9V. • Guaípe. • Franela. • Limpiador.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 47. Cambio de rodamientos de la MBH152 y MBH153

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE RODAMIENTOS DE LA MBH152 Y MBH153
FRECUENCIA: 14000 horas
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar y desenergizar la unidad. • Desmontar el motor. • Sacar las tapas. • Extraer los rodamientos. • Barnizar los bobinados. • Calentar los nuevos rodamientos. • Colocar nuevos rodamientos. • Colocar las tapas. • Realizar pruebas de funcionamiento. • Comparar los nuevos parámetros.
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Aceite. • Gasolina. • Grasa. • Barniz.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos 6005.2RS FAG

Tabla 48. Chequeo de cimentación y reajuste del anclaje y nivelación de la MBH152 y MBH153

TAREA PROACTIVA: CHEQUEO DE CIMENTACIÓN Y REAJUSTE DEL ANCLAJE Y NIVELACIÓN DE LA MBH152 Y MBH153
FRECUENCIA: 3000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de la cimentación. • Reajuste de pernos de anclaje y nivelación. • Comprobación de la nivelación del equipo.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Torquímetro. • Nivel.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Gasolina.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 49. Cambio del impulsor de la MBH152 y MBH153

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DEL IMPULSOR DE LA MBH152 Y MBH153
FRECUENCIA: 14000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar el impulsor. • Montar el impulsor nuevo. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Gasolina. • Grasa.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impulsor

Tabla 50. Cambio de filtro de la MBH152 y MBH153

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE FILTRO DE LA MBH152 Y MBH153
<p>FRECUENCIA: 8000 horas</p>
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar el filtro • Poner el nuevo filtro. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Gasolina. • Filtro.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 51. Cambio de válvula de la MBH152 y MBH153

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE VÁLVULA DE LA MBH152 Y MBH153
FRECUENCIA: 14.000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar la válvula • Poner la nueva válvula. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Gasolina. • Válvula.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 52. Alineación de bomba y tubería de la MBH152 y MBH153

TAREA PROACTIVA: ALINEACIÓN DE BOMBA Y TUBERÍA DE LA MBH152 Y MBH153
FRECUENCIA: Anualmente
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Calibrar el alineador. • Armar el alineador en la máquina. • Medir la alineación. • Revisar los datos tomados. • Rectificar la alineación del equipo de ser necesario. • Verificar la alineación del conjunto motobomba tubería.
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • Alineador Optaling Plus.
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Cable de datos para puerto serial. • Maletín de herramientas.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Calzos de alineamiento. • Guaípe.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

5.4 Estandarización de tareas preventivas, predictivas y proactivas de la motobomba de la cisterna MBCIS1 y motobomba duchas MBDUCH

Tabla 53. Inspección de la MBCIS1, MBDUCH y la tubería

TAREA PREVENTIVA: INSPENCCIÓN DE LA MBCIS1, MBDUCH Y TUBERÍA
FRECUENCIA: 3000 horas
PROCEDIMIENTO: Máquina en funcionamiento: <ul style="list-style-type: none">• Revisión de parámetros de funcionamiento: voltajes, amperajes, temperatura y velocidad.• Detectar ruidos anormales en rodamientos. Máquina apagada: <ul style="list-style-type: none">• Reajuste de pernos y de todos los circuitos.• Notificar daños mayores.• Revisar estado y sujeción de partes componentes de la carcasa.• Revisar la nivelación.• Revisar el anclaje.• Revisar tubería
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none">• Multímetro.• Tacómetro.• Pirómetro
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none">• Maletín de herramientas.• Nivel.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none">• Guaípe.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none">• La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 54. Lubricación de la MBCIS1 y MBDUCH

TAREA PREVENTIVA: LUBRICACIÓN DE LA MBCIS1 Y MBDUCH	
FRECUENCIA: 2500 horas	
PROCEDIMIENTO:	<ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Lubricar con aceite los elementos que lo requieran. • Lubricar con grasa los elementos que se requieran tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante. • Encender la unidad. • Realizar pruebas de funcionamiento. • Realizar correcciones si es necesario.
EQUIPOS:	<ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
HERRAMIENTAS:	<ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
MATERIALES:	<ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Aceite Texaco Meropa 320. • Aditivo AA. • Grasa. • Gasolina.
REPUESTOS:	<ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 55. Inspección eléctrica de la MBCIS1 y MBDUCH

TAREA PREVENTIVA: INSPECCIÓN ELÉCTRICA DE LA MBCIS1 Y MBDUCH
FRECUENCIA: 3000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo y cortar la energía. • Limpieza e inspección de instrumentos de control de voltajes, amperajes, temperaturas y velocidad. • Inspección del sistema de arranque. • Limpieza de contactores, relés y regletas. • Prueba de funcionamiento de la unidad.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuente universal. • Tacómetro. • Multímetro. • Pirómetro.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Limpiador.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 56. Limpieza de la MBCIS1 y MBDUCH

TAREA PREVENTIVA: LIMPIEZA DE LA MBCIS1 Y MBDUCH
FRECUENCIA: Semanalmente
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la máquina. • Quitar suministro de corriente eléctrica. • Dejar que se enfrié. • Limpiar todos los componentes. • Colocar cada componente en su posición.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Brocha. • Escoba. • Detergente. • Gasolina.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 57. Análisis vibracional de la MBCIS1 y MBDUCH

TAREA PREDICTIVA: ANÁLISIS VIBRACIONAL DE LA MBCIS1 Y MBDUCH
FRECUENCIA: Mensualmente
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Armar las rutas de medición en un computador. • Transferir las rutas al equipo. • Escoger el transductor más adecuado. • Armar el acelerómetro y el pirómetro de temperatura. • Realizar la medición en cada punto establecido. • Guardar los datos tomados. • Transferir los datos al computador. • Realizar el análisis de los espectros. • Interpretar los resultados.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizador de Vibraciones • Pirómetro. • Computador.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acelerómetro. • Cable de datos para puerto serial. • Cargador del Analizador.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Batería de 9V. • Guaípe. • Franela. • Limpiador.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 58. Cambio de rodamientos de la MBCIS1 y MBDUCH

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE RODAMIENTOS DE LA MBCIS1 Y MBDUCH
FRECUENCIA: 14000 horas
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar y desenergizar la unidad. • Desmontar el motor. • Sacar las tapas. • Extraer los rodamientos. • Barnizar los bobinados. • Calentar los nuevos rodamientos. • Colocar nuevos rodamientos. • Colocar las tapas. • Realizar pruebas de funcionamiento. • Comparar los nuevos parámetros.
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Aceite. • Gasolina. • Grasa. • Barniz.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • Rodamientos 6005.2RS FAG

Tabla 59. Chequeo de cimentación y reajuste del anclaje y nivelación de la MBCIS1 y MBDUCH

TAREA PROACTIVA: CHEQUEO DE CIMENTACIÓN Y REAJUSTE DEL ANCLAJE Y NIVELACIÓN DE LA MBCIS1 Y MBDUCH
FRECUENCIA: 3000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de la cimentación. • Reajuste de pernos de anclaje y nivelación. • Comprobación de la nivelación del equipo.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Torquímetro. • Nivel.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Franela. • Gasolina.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 60. Cambio de filtro de la MBCIS1 y MBDUCH

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE FILTRO DE LA MBCIS1 Y MBDUCH
FRECUENCIA: 8000 horas
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar el filtro • Poner el nuevo filtro. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento.
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Gasolina. • Filtro.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 61. Cambio de válvula de la MBCIS1 y MBDUCH

TAREA PROACTIVA: CAMBIO DE VÁLVULA DE LA MBCIS1 Y MBDUCH
FRECUENCIA: 14.000 horas
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Quitar la tapa. • Retirar la válvula • Poner la nueva válvula. • Colocar la tapa. • Realizar pruebas de funcionamiento.
<p>EQUIPOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de equipos.
<p>HERRAMIENTAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maletín de herramientas. • Extractor. • Torquímetro.
<p>MATERIALES:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guaípe. • Gasolina. • Válvula.
<p>REPUESTOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

Tabla 62. Alineación de bomba y tubería de la MBCIS1 y MBDUCH

TAREA PROACTIVA: ALINEACIÓN DE BOMBA Y TUBERÍA DE LA MBCIS1 Y MBDUCH
FRECUENCIA: Anualmente
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar el equipo. • Calibrar el alineador. • Armar el alineador en la máquina. • Medir la alineación. • Revisar los datos tomados. • Rectificar la alineación del equipo de ser necesario. • Verificar la alineación del conjunto motobomba tubería.
EQUIPOS: <ul style="list-style-type: none"> • Alineador Optaling Plus.
HERRAMIENTAS: <ul style="list-style-type: none"> • Cable de datos para puerto serial. • Maletín de herramientas.
MATERIALES: <ul style="list-style-type: none"> • Calzos de alineamiento. • Guaípe.
REPUESTOS: <ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la tarea no requiere el uso de repuestos.

5.5 Diseño de documentación para la gestión del mantenimiento


5.5.1 Orden de trabajo

Figura 39. Orden de trabajo

	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO U.P.S. PISCINA		ORDEN DE TRABAJO	
			No.	
			FECHA:	
FECHA DE INICIACIÓN		FECHA DE TERMINACIÓN		
ESTIMADA	REAL	ESTIMADA	REAL	
EQUIPO:		CÓDIGO:		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:				
NOVEDADES ENCONTRADAS EN EL EQUIPO:				
TAREAS A REALIZAR:				
MATERIALES:	REPUESTOS:		HERRAMIENTAS:	
PERSONAL REQUERIDO:		SEGURIDAD INDUSTRIAL:		
OBSERVACIONES:				
EMITE		APRUEBA		CIERRA
Nombre:		Nombre:		Nombre:
Fecha:		Fecha:		Fecha:
_____ TÉCNICO DE MANTTO		_____ JEFE DE MANTTO		_____ DIRECTOR OPERATIVO


5.5.2 Solicitud de materiales y herramientas

Figura 40. Solicitud de materiales y herramientas

		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO U.P.S. PISCINA			SOLICITUD DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	
					No.	
					FECHA:	
ORDEN DE TRABAJO No.			CENTRO DE COSTOS		TIPO DE MANTENIMIENTO	
EQUIPO:				CÓDIGO:		
ITEM No.	CANT.	U. M.	CÓDIGO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	
OBSERVACIONES:						
SOLICITA				REvisa		
Nombre:				Nombre:		
Código:				Código:		
 TÉCNICO DE MANTTO				 BODEGA GENERAL		

5.5.3 Solicitud de compra

Figura 41. Solicitud de compra

		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO U.P.S. PISCINA			SOLICITUD DE COMPRA	
					No.	
					FECHA:	
SOLICITANTE			SECCIÓN SOLICITANTE		CENTRO DE COSTOS	
EQUIPO:					CÓDIGO:	
ITEM No.	CANT.	U. M.	CÓDIGO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	
OBSERVACIONES:						
SOLICITA			APRUEBA		AUTORIZA	
Nombre:			Nombre:		Nombre:	
Código:			Código:		Código:	
TÉCNICO DE MANTTO			JEFE DE MANTTO		DIRECTOR OPERATIVO	

5.5.4 Control del número de horas trabajadas en los equipos

Figura 42. Control del número de horas trabajadas en los equipos

[illegible]

5.5.5 Historial de averías de los equipos

Figura 43. Historial de averías de los equipos

[illegible]

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se determinó la criticidad en los equipos rotatorios en todos los sistemas, siendo estos, cuatro equipos rotatorios críticos que le corresponde como política de mantenimiento, el análisis vibracional; y cuatro equipos no críticos con política de mantenimiento preventivo, dicho análisis esta en base a la teoría del riesgo y tecnología del TPM.
- Se diseñó y elaboró las fichas técnicas de cada uno de los equipos en donde se detallan los datos, características y diagramas de ubicación de los puntos de medición.
- Se midieron los niveles de vibración existentes en cada uno de los equipos, los mismos que analizando se llegó a la conclusión que los problemas que más ocurren son pie cojo, desalineación angular, flexibilidad transversal.
- Se realizó una adecuada planificación de tareas de mantenimiento preventivo, predictivo y proactivo para cada uno de los equipos con frecuencias acordes al régimen de trabajo que realizan cada uno de ellos ya que de esta manera se obtendrá un rendimiento adecuado.
- Con todo el estudio realizado, se determinó que los equipos y sistemas de la U.P.S PISCINA de la ESPOCH, están en estado bueno y regular, para seguir prestando su servicio a la comunidad politécnica y al público en general.

6.2 Recomendaciones

- La U.P.S PISCINA de la ESPOCH debe aplicar la planificación de mantenimiento que se implementó ya que de esta forma lograrán tener un óptimo rendimiento de los equipos y así brindar un mejor servicio.
- Cumplir con las tareas de mantenimiento establecido en los equipos y sistemas para garantizar su eficiencia y funcionamiento. Efectuando periódicamente las tareas determinadas como: ajuste, limpieza y verificación de los elementos mecánicos y eléctricos.
- Es importante mejorar la base de todos los equipos, ajustar pernos así mejorarán el anclaje y obtendremos mejores resultados de funcionamiento.
- Seguir las indicaciones que se encuentran en las tareas de mantenimiento preventivo, predictivo y proactivo de los equipos al momento de ser utilizado para evitar futuras complicaciones en los mismos y lo que es más importante prolongar su vida útil, lo que traerá consigo obtener mejores beneficios a la U.P.S PISCINA de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Es necesario que en la U.P.S PISCINA de la ESPOCH se emplee cada uno de los formatos diseñados, los mismos que permitirán generar información para la toma decisiones y poder llevar un mejor control, evaluación y gestión del mantenimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GARCÍA, S.** Organización y Gestión Integral de Mantenimiento Proactivo. Madrid: Díaz de Santos, 2003. Pág. 29 - 31.
- [2] GLENN, W.** Vibraciones Mecánicas. Alemania: DLI Engineering Corp, 2003. Pág. 28 – 31.
- [3] GLENN, W.** Vibraciones Mecánicas. Alemania: DLI Engineering Corp, 2003. Pág. 33.
- [4] GLENN, W.** Vibraciones Mecánicas. Alemania: DLI Engineering Corp, 2003. Pág. 90 – 92.
- [5] MOROCHO, M.** Análisis Vibracional y Alineamiento Láser. Riobamba – Ecuador: DocuCentro, 2003. (doc). Pág. 1.
- [6] MOROCHO, M.** Análisis Vibracional y Alineamiento Láser. Riobamba – Ecuador: DocuCentro, 2003. (doc). Pág. 3 - 4.
- [7] MORROW, L.** Manual de Mantenimiento Industrial. México: CECSA, 1994. Pág. 100– 125.

BIBLIOGRAFÍA

A - MAQ S.A. Tutorial de Vibraciones para Mantenimiento Mecánico. 3ra.ed.
México: A - MAQ S.A., 2005.

BRUEL & KJAER. La Medida de las Vibraciones. 2da.ed. Dinamarca: 2003.

GARCÍA, S. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento Proactivo. Madrid:
Díaz de Santos, 2003.

GLENN, W. Vibraciones Mecánicas. Alemania: DLI Engineering Corp, 2003.

MOROCHO, M. Análisis Vibracional y Alineamiento Láser. Riobamba - Ecuador:
DocuCentro, 2003. (doc).

MORROW, L. Manual de Mantenimiento Industrial. I, II y III. ed. México: 1994.

PALOMINO, E. La Medición y el Análisis de Vibraciones en el Diagnóstico de
Máquinas Rotativas. Cuba: Ceim, 1997.

REYNA, A. Análisis Vibracional I y II. Guayaquil - Ecuador: Ademinsa, 2006.

SCHENCK, C. Diagnóstico de Máquinas. 3ra.ed. Dinamarca: Schenck, 2005.

LINKOGRAFÍA

ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

www.mantenimiento.com

2009 – 05 – 24

EVALUACIÓN DE MAQUINARIA.

www.solomantenimiento.com

2009 – 07 – 30

FUNDAMENTOS DE VIBRACIONES.

www.point-sorce.com

2010 – 02 – 10

ÍNDICES DE MANTENIMIENTO.

www.mantenimientomundial.com

2010 – 06 – 18

MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD.

www.isdefe.com

2010 – 11 – 24

TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE MAQUINARIA.

www.guemisa.com

2010 – 12 – 11